

066 J. 8

كشف رموز السر المصون

(الجزء الثالث)

(مضاف)

عبدوى آفندى

رياضى هندسه (عربى) (١٣)

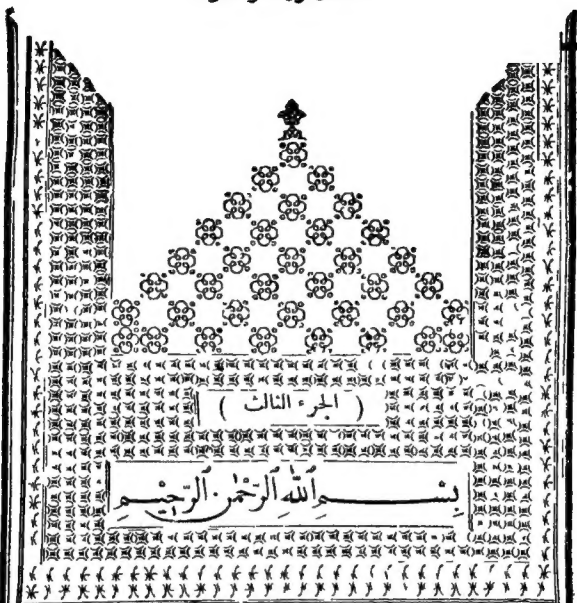
فهرسة الجزء الثالث من تطبيق الهندسة على الفنون

صفحة

٠٠٦	بيان الديناميكا
٠٠٦	الدرس الاول في بيان القوى المستعملة في الصناعة الخ
٠٠٣	بيان القوة الانسانية
٠٢٥	الدرس الثاني في الكلام على حاسة السمع الخ
٠٤٦	الدرس الثالث في الكلام على قوى الانسان الطبيعية
	الدرس الرابع في ازيد قوى الانسان واستعمالها على الوجه
٠٦٧	المناسب
٠٨٦	الدرس الخامس في بيان علق قوى الحيوانات
١٠٦	الدرس السادس في الكلام على قوة الثقل الخ
١٢١	الدرس السابع في الكلام على توازن الاجسام السابحة الخ
١٤٦	الدرس الثامن في الكلام على القوة المختركة الخ
١٦٦	الدرس التاسع في الكلام على الطائرات الادروليكية
١٨٨	الدرس العاشر في الكلام على توازن السوائل الخ
	الدرس الحادي عشر في الكلام على قوة الرياح وآلات تجديد
٢١٣	الهواء الخ
٢٤٧	الدرس الثاني عشر في الكلام على الحرارة
٢٥٨	الدرس الثالث عشر في الكلام على آلات البخار الخ
	الدرس الرابع عشر في الكلام على الآلات البخارية ذات
٢٧٣	انضغاط الخ
٢٩٤	الدرس الخامس عشر في الكلام على مراكب النار الخ

بيان الخطأ والصواب الواقع في هذا الكتاب

خطا	صواب	صفحة	سطر
له نظيرة	العظيمة	١٥٣	١٩
ويجعل	ويجعل	١٥٩	٢٣
ملفوظ	ملفوظة	١٩٣	٠٤
لا يعتد	لا يعتد	٢١٢	١٣
فلزم	كللزم	٢١٣	٢٣
والفارسية	والفارسية	٢٣٢	١٤
وهذا	وهذا	٣٠٩	١٩
عاده الناس	عاده الناس	٣١٤	١٢
لمعة	لمعة	٣١٤	٢١



* (بيان الديناميكا)

اي علم القوى المحركة المستعملة في الفنون والصنائع

* (الدرس الاول)

في بيان القوى المستعملة في الصناعة التي من جملتها القوة الانسانية وفي اتجاهات تلك القوة المكتسبة من حاسة البصر

اعلم ان الديناميكا علم يبحث فيه عن محصولات القوى المحركة وتطبيقها على الفنون والصنائع

والقوى المحركة المستعملة في الصناعة نوعان * احدهما قوى المذوات المدركة اي الاجسام الحية وتسمى الحيوية * والثاني قوى الاجسام غير المدركة وتسمى

المجادية

الجمادية ولتذكر الاولى اولاً مبتدئين منها بالقوة الانسانية ثم تتبع ذلك بالقوى الجمادية التي منها قوة التناقل وقوة الحرارة الموجودتان في الجامدات والسائلات والغازات فتقول

• (بيان القوة الانسانية) •

هذه القوة لا تدخل لها في الصنائع زمن الطفولية الا انها تنمو في الانسان وترداد بازدياد سنه حتى يبلغ حد الشبوية وهكذا الى ان يصير كيلاً ويتكامل عقله ثم تأخذ في التقصان حتى يبلغ حد الهرم والشيوخه ويصل الى ارضل العمر وهذا ما لم يعرض له عارض او يجل به مرض يفضي به الى الموت قبل انتهاء قوته التي يمكنه استعمالها في الصناعة

وكذلك العقل وقوة الادراك فانهما يزادان في الانسان حتى يبلغا منتهاهما ثم يأخذان في التقصان شيئاً فشيئاً الى انقضاء اجله الطبيعي

والعقل يدرك العلوم والمعارف بواسطة الحواس الخمسة ويتقوى بملازمته تلك المعارف وممارستها حتى يصل الى تميز نسب الاشياء وادراك ما بينها من الاختلاف والتفاوت وهذا هو العلم والمعرفة

وبواسطة المحافظة يرسخ في الذهن ما يكتسبه من التصورات والبراهين والنتائج الا ان حافظته الحوادث اذا كانت في زمن الصغر حادة سريعة الادراك تأخذ في التقص قبل اوانه ما لم يهتم بشغلها على حسب القوانين واما حافظته البراهين فانهما تتقوى وترداد بازدياد العمر والتمرن على الملاحظة والمقابلة والتفكير

ولذا كان الانسان في حال صغره لا يحفظ الا ما يميز به من الاشياء الساذجة فترام يحفظ ايام المواسم والمنتهزات والمناظر الغريبة ونحو ذلك حفظاً جيداً وليس في وسعه حفظ المتابعة الصعبة والبراهين الطويلة مع الدقة فمن ثم كان تصور عقل الانسان بقدر صغر سنه فكلما كان اصغر في السن كان اقرب الى قصور العقل فاذا تقوى عقله واخذ في الزيادة صار له قدرة على التفكير والنظر الدقيق والاستنباط

ومن هنا يمكن أن بعض الامم تمكث في الجهالة عدة قرون ثم تصير فيما بعد ذات معارف وقتون فكانها خرجت بذلك من حالة الطفولية والصفرة الى حالة الرزانة والكبر

وكثير من الامم من هو على العكس من ذلك حيث تأخذ قواهم العقلية في التناقص شيئا فشيئا حتى يتجردوا عن حلية المعارف وتنكشف من بينهم شمس المعرفة فتلهم كتل شيخ طعن في السن وكما تقدم في العمر تأخر في العقل فهم لا يسيرون الا من الاشياء التافهة الجزئية التي تسر الصبيان ولا يحفظون الا احاديث طفوليتهم وحوادث صباهم حتى يصلوا بالتدريج الى درجة الحقى المغفلين

فعلى ذلك يكون اعظم ما يهيم به الانسان في خدمة وطنه هو بذل جهده فيما يكون به منع هذا الاضطراب والاضمحلال الذي لم يزل موجودا عند بعض امم آسيا الى الآن وكذلك امه الرومان حيث حل بهم من ذلك ما اوجب الحزن والاسف عليهم

وحين كانت فرنسا في زمن شبوبيتها وشدة عنفوانها مكنت زمنا طويلا وهي موصوفة بمطالب الطيش وعيوب الشبوبة ثم شرعت الآن في السن الذي فيه يتكامل العقل ويتقوى الادراك اذ لا ريب أن اهلها الآن بلغوا في المعارف والتمتدن درجة لم يحوزوها في غير هذا العصر

وقد عايننا هذا التقدم علينا بالحظ الا وفر علينا أن نتجهد على حسب ما ييسر لنا من الوسائط والطرق ونسعى بقدر الامكان في تكميل اهل بلادنا بتوسيع دائرة المعارف على مدى الايام بين هؤلاء الناس الذين اقتضت الحكمة الالهية اجتماعهم وربطهم بروابط حب الوطن والعشيرة

واول قاعدة ينبغي عليها استكمال القوى العقلية ونجاح استعمال القوى الطبيعية اى الحسية هو استكمال الحواس اذ بها يعرف ما بين الكائنات من التسبب والعلاقات

وكما أن الحواس الخمسة التي هي البصر والسمع واللمس والشم والذوق يمتدى

بها العقل في اجراء عمليات الفنون كذلك الفنون ابدت مالا يحصى من
المبتدعات التي بهارت اذ قوة تلك الحواس وتنوعها وكما لها وذلك أن الفنون
المستظرفة تلتطفها وتوسع دائرتها والفنون العقلية تكسبها ضبطا ونباهة
والفنون الميكانيكية تورثها السرعة والنشاط في العمل
فحينئذ جميع الفنون تمتد الحواس وتعينها على اكتساب المعارف العالية
بالتدريج وذلك من فوائد كمال المقتد بل هو الثمرة المترتبة عليه والغرض
المقصود منه

ولنشرع الآن في تفصيل ما اكتسبه الحواس من الفنون مبتدئين منه بما
اكتسبه حاسة البصر فنقول

قد اخترعوا نظارتين بهما تصيرا لاشياء الدقيقة التي لا تكاد تحس بحاسة البصر
بحيث ترى مع السهولة فبواسطة ما يبصر الانسان اشياء جديدة كانت تخفى
عليه قبل ذلك ويقف على بعض دقائق في تركيب اعضاء الحيوانات
والنباتات والمعادن كانت ايضا خفية عليه وقد وصل بواسطة هاتين الفنون
المستظرفة كفن النقش مثلا الى ما لم يمكنه الوصول اليه بمجرد النظر
وبلغ بهما في الفنون العقلية درجة كمال حتى وقف على بعض دقائق
الكمائنات فاطلع في تركيب الاعضاء الانسانية وتشعب الاعوية الدموية
والنفاوية ونسج الالياف العضلية والعصبية على ما كان لا يمكنه الوقوف عليه
بدونهما واستعان بهما ايضا في الفنون الميكانيكية على تحسين محصولات
الصناعة واتقانها اذ بدون النظارة لا يمكن للساعاتية أن يصنعوا الكرونومتر
اي قياس الزمن وتقسيمه الى ساعات ودقائق وثوان مع غاية الضبط على المينا
الصغيرة الحجم جدا وما ذاك الا لضبط حركة الطارات المضرة المتعشقة
بعضها على وجه عجيب بحيث يتيسر لها التحرك والدوران في مثل هذه المسافة
الصغيرة

واخترعوا ايضا آلات اخرى لتقريب الاشياء البعيدة وجعلها محسوسة بمعنى
أن التأثير الحادث عن تلك الآلات في النظر بواسطة الضوء يصيرها قابلا لان

يحدث عنه تصادم وانعكاس تتحرك به حاسة البصر ويضطرب به النظر وذلك كالنظارة الفلكية والنظارة المعتادة اى الطويلة اذ بواسطتهما استكشفوا النجوم السيارة وذوات الذنب وغيرها من الكواكب التي كانوا لا يعرفونها قبل ظهور تلك الآلات وبواسطتهما ايضا اتسعت المسافات للناظر بحيث يبصرهما على البعد ما لا يبصره بدونهما فيعرف ما يجتنب من ذلك وما لا يجتنب وتلك الآلات عند الجبرية منفعة عظيمة حيث يبصرون بها السواحل والصحور التي توجد في البحر والسفن الاهلية والاجنبية وتستعمل هذه الآلات ايضا في القوافل والحيوش لتمييز العدو من غيره ومن قبيل تلك الآلات ما يستعمله الناس فيما بينهم لتقريب الاشياء البعيدة ورؤيتها بجميع اجزائها وتفصيلها وذلك كالنظارات التي يستعملونها في الفرجة ونظر الاشياء المرغوبة فانها تقرب للناظر الذي ياتقى محل من مكان اللعب ما ييدو على تقاطيع وجه اللاعب من حركات عضلاته واختلاف تشكلاته ولو كان ذلك في غاية الصغر والدقة

ولا يخفى أن قوة حاسة البصر متفاوتة في جميع الاشخاص بل وفي الشخص الواحد على حسب اطوار سنه فلذا جرت الصناعة هذا للخلل باختراع آلات مخصوصة لذلك فبواسطة نوع من النظارات يقرب للبصر الذي لا يبصر الامن مسافة قصيرة ما بعد عنه من الاشياء التي لا يبصرها بدون الآلة الابصر ومشقة وبواسطة نوع آخر منها يبعد عن البصر الذي لا يبصر الامن مسافة طويلة ما قرب منه من الاشياء التي لا يبصرها الا على بعد

وبالجملة فيلزم لحفظ هذه الحاسة أن لاتصل اليها اشعة الضوء الامن مسام زجاج يضعف بلونه لمعان تلك الاشعة وقوتها وهذه اعظم منفعة عادت على البصر من اتساع دائرة الفنون والصنائع

وقد ترتب على اتساع دائرة الفنون ايضا مثل هذه المنفعة لحاسة السمع فان الانايب والابواق السمعية هي للاذن بمنزلة النظارات للعين وللاذن ايضا مكرسكوب (اى آلات تعظم الصوت) فقد اخترع لانيوى احدث مهرة الاطباء منذ مدة يسيرة آلة من هذه الآلات واستعملها قبح في تطبيقها

• وكيفية استعمالها أنه وضع احد طرفي هذه الآلة التي هي عبارة عن موصل سمعي على صدره صاب في اعضائه الباطنية او على قلبه وجعل طرفها الآخر في اذنه فسمع بواسطتها حركات كان لا يمكنه سماعها بدون تلك الآلة على هذا البعد

فبناء على ذلك اذا اراد الانسان أن يخاطب من كان معه في منزل واحد لكنه في جهة اخرى من المنزل على بعد منه استعمل لذلك موصلات معدنية تمتد من موضعه الى موضع من يريد خطابه بأن يتكلم في احد طرفي الموصل بصوت منخفض بحيث يسمعه المخاطب من الطرف الآخر وهذه الكيفية كان رؤساء العمارات الكبيرة تصدر عنهم الاوامر للعملة البعيدين عنهم ويجيبونهم بدون أن ينقل احد منهم من موضعه وهذه الطريقة متيسرة لكل احد

وفائدة البوق أنه يورث حاسة السمع قوة كافية من مسافات بعيدة فن ثم ترى ضباط البحرية يأمررون من دونهم بالاوامر ويجيبونهم عنها وهم على جوانب السفن الحربية تسمع ما يحصل من العساكر من الغناء والاضطراب وصغير العواصف وضرب الشرعات في بعضها وعجيج البحر وخبره

وينبغي أن يكون غير الصيادين والعساكر الخفيفة مثل هذه الابواق في توصيل المخاطبات على الوجه المذكور مع الغناء وكثافة الاجمات .

ومن هذا القبيل المنابر والمدرجات المحكمة الصناعة فانها بالنسبة الى الخطباء والوعاظ في المجمع الحافلة بمنزلة الآلات التي تستعمل في توزيع الاصوات على السامعين بالسوية وبالنسبة الى السامعين بمنزلة الابواق الموصلة للاصوات وكذلك ما كان يستعمله قدماء ارباب الالعب من الوجوه المستعارة فكانت من قبيل الابواق حيث كان يسمعون بواسطتها الحاضرون في محل اللعب على حد سواء

ولنتنقل الى الكلام على حاسة اللمس فنقول انه يمكن تلطيف هذه الحاسة بعدة وسائط بأن نضع على بعض اجزاء البدن القابلة للاحاساس الطاهري عدة مواد مؤثرة كثيرة او قليلة وذلك كاللباس فان من شأنها تقليل شدة التأثير الواقع على

البدن من الاجسام الخارجية ومن شأنها ايضا انها تجعل ماتحتها من اجزاء
البدن اكثر احساسا من غيره وذلك ناشئ عن نعومة البشرة التي تحدث فيها
عند وقايتها من مصادمة الاجسام الخارجية
ومن الوسائط المذكورة ايضا الحمامات وغيرها من سائر مواد التنظيف اذ بها
تزداد قوة الاحساس وتدرك باللمس ادنى تأثير
واما تعريض بعض الاعضاء للهواء فيضعف احساسها ويقلل شعورها
بالتأثيرات

وقد ذكر المعلم موتيو في هذا المعنى عبارة مفحكة استتبط منها بظننه
وجوده فريخته نتائج صحيحة وهي انه مر ذات يوم في فصل الشتاء على القنطرة
الجديدة فرأى شابا عرياناً لا يلبس ثياباً شدة البرد ولا يتأثر منه فقال له كيف يمكنك ان
الغلام ان تحمل شدة البرد وتكابد مشاقه وانت عريان فأجابه الغلام واحسن
الجواب قائلاً وانت يا سيدى كيف تمضى في هذا الزمن الشديد البرد وانت
كاشف انك وشقيقك وخديك وعينيك فقال موتيو لست اكشف سوى
وجهى فأجابه الغلام ثانياً انا كلى وجهه حيث صرت بالاعتياد لا تاثر من برد
والآخر

واما حاسة الشم فيمكن بالصناعة زيادة قوتها وتقصها بأن يستر الانسان وجهه اما
بتقارب خفيف او كثيف ويضع تحت طاقى انفه قرناً يجذب اليه عدة مشبومات
يوصلها الى داخله فعلى ذلك اذا كان الانسان في ارض بها امراض معدية
وتتبع بتقاربها من من العدوى فان ذلك ان لم يمنع بالكلية تأثر حاستى الشم
والذوق من تلك الامراض تقص تأثيرها وقلة

وكذلك حاسة الذوق فانه يمكن زيادة قوتها وتقصها بوسائط اصطناعية
فيجب على الانسان ان يلاحظ في صورة ما اذا اراد ان يحكم في الضنون على
بعض مواد اولية او على شئ من محصولات الصناعة بما تقتضيه حاسة ذوقه
ان تلك الحاسة ليست على حال واحد في جميع الاوقات بل تارة تكون في غاية
الضعف واخرى في غاية القوة والعصاة

ثم ان موضوع علم الطبيعة هو البحث عن تركيب الحواس والاكتات التي تلتطف
ما يصل اليها من تأثير الاجسام الخارجية وذلك كالابوتيك (اي علم البصر)
وهو فرع من هذا العلم يخص حاسة البصر والاكوستيك (اي علم السمع)
وهو ايضا فرع من ذلك العلم يخص حاسة السمع ولم يتعرض اهل هذا الفن الى
وضع اسماء مخصوصة للاجزاء الاخرى التي تخص الحواس الثلاثة الباقية من
فروع هذا العلم لانها كانت مجهولة لهم وقتئذ ويكنى ما ذكرناه في هذا المعنى
من الطرق الاصلية الصالحة لتلطيف الحواس وتقويتها اجالا فمن اراد معرفتها
تفصيلا فعليه بكتب علم الطبيعة فان هذا العلم قد بسط الكلام على هذه الاشياء
مع غاية الاطناب والتفصيل لانها من موضوعه ومباحثه

وقد اظهرت لنا العلوم الطرق الخاصة الصالحة لتوسيع دائرة الحواس والتي
توصل بها الى الوقوف على حقيقة جملة من الاجسام لكن بدون أن نعرف
ما بينها من النسب لان ذلك يتوقف على معرفة الاقيسة واستعمالها
فاذن نبحث من بين القوى الحسسية على قوة يصح أن نطلق عليها القوة الرياضية
حيث بها تعرف اقيسة الاشياء ونسبها

واذا تتبعنا ما للحواس من التقدم والنمو الطبيعي من الصغر الى الكبر وجدنا
للاقيسة مدخلية عظيمة في تكميل تصوراتنا وضبط احكامنا •
فانك اذا قابلت معلوما مجهول توصلت بذلك الى معرفة المجهول فاذن كل
مقابلته تستلزم قياسا وهذا القياس غير محدود بمعنى أنه في الغالب لا يصدق
الا في صور مخصوصة وذلك منشأ لكثير من الخطا

ويكنى في الوقوف على هذا الخطأ معرفة مثال من الامثلة التي ذكرناها في حاسة
البصر واسهل الاقيسة هو قياس شيئين متساويين لانه يعرف بالبداهة
طبعا وتسهل ايضا معرفة القياس في ابعاد الامتداد في صورة ما اذا كان
القياس بتطبيق احد المتماثلين على الآخر وهو المستعمل عند ارادة مقارنة
الخطا

فاذا اردت أن تعرف طول مسطرة مثلا هل هو مساو لطول المتر مساواة صحيحة

مضبوطة أولا فضع المتر على تلك المسطرة فاذا وقع طرفا المتر على طرفي المسطرة بدون زيادة ولا نقص عرفت انهما متساويان طولا وهذه الطريقة هي المتعينة في الفنون المطلوب فيها تمام الضبط في العمل ويشق على النظر أن يعرف المساواة بين شيئين في الطول والعرض والعمق بمجرد المقابلة بدون وضع احدهما على الآخر لان هذا يستلزم مدة طويلة للتدريب والتأخر حتى يصير للعقل استعداد وصلاحيه لمثل ذلك لكن الامر بخلافه فانتساقد وصلنا الى ادراك هذا الامر في اقرب وقت اما ترى الاطفال اذا خيروا مثلا بين تمرتين او كعكتين من نوع واحد يادرون الى اخذ الاكبر منهما حجما بمجرد النظر واختيارهم للاكبر دون الاصغر انما هو بالتمييز الواصل الى قواهم العقلية بواسطة تأثير قواهم الحسية واما اذا اقتضى الحال أن الانسان يحكم دفعة واحدة بالمساواة بين جله ابعاد بمجرد النظر فلا بد في ذلك من أن يكون عقله قد تمزق بكثرة التجارب وسبق له الحكم في صور شتى مختلفة وأن تكون حواسه قد تعودت ايضا على معرفة جله عظيمة من الابعاد ووصلتها الى ذهنه دفعة واحدة

وهذا التقدم قد يحصل للانسان من مبدأ صغره الا انه يتأخر قليلا عن التقدم السابق فان الاطفال يعرفون حق المعرفة ما بين الشيتين من المشابهة او عدمها فيمكنهم بذلك بين صورتين من الصور البشرية مثلا ويميزون ما بينهما من التفاوت والاختلاف اتم التمييز بل ويعينون هذا التفاوت الذي هو عبارة عن العيوب كقولهم هذا قبيح المنظر او غير معتدل القامة او دميم الصورة او نحو ذلك

وفن الرسم الذي هو من جله الفنون المهمة التي لها دخل في تربية الاطفال وتعليمهم عند من يريد ادارة المحال العظيمة للفنون والمعارف يحصل اكسابه من تساوى اليد وانتظام اجزاها وكذلك من تعويد النظر على قياس الابعاد وعلى معرفة ما بين الصورة المرسومة والاصلية من النسب وللتلامذة في هذا الفن تقدم عظيم فانهم حين ابتدأهم في تعلمه يرسمون صور الاشياء رسما لا يقارب الصور الاصلية ومع ذلك متى كان بين الصورتين ادنى

مشابهة بظن التلميذ الذي لم يتعود نظره على قياس الابعاد أن مارسه على طبق
اصله ولكن متى تعود على هذا الفن بأن تمرنت يده على الرسم وبصره على
القياس ورأى أن رسمه صار مقاربا للاصل كثيرا وجد بين رسمه الأول واصله
تفاوتا بينا لم يكن يخطر بباله حين كان مبتدئا في التعلم ولم يتعود نظره على القياس
وبعرفة التناوت المذكور على هذا الوجه الذي كان فوق طاقته أولا يتيقن أن
حواسه صارت الآن آلات جيدة للقياس وحسن حالها عن الأول فيلحقه من
تقدمه في هذا الفن وبلوغه فيه الى هذه الدرجة مسرة عظيمة وتزداد غيرته
ورغبته في التعلم

واذا كان الطالب لا يمكنه معرفة ما بين الاشياء من المناسبات بدون موقف
وجوب على المعلم أن يعينه على معرفتها ويبين له انه بوصوله الى هذه الدرجة
في التعلم يبلغ في التقدم الدرجة التي يؤملها وهذه اعظم طريقة في حث
الصبيان على الغيرة والاجتهاد

وهناك معلون لا يسلكون في تعليمهم مثل هذه الطريقة لسخافة عقولهم وقراهم
ينظرون التأسف على عدم تحصيل الطالب ولا يستحسنون شيئا من رسمه الأول
بل يذمونه ويقدرحون فيه فتتربذلك همة الطلبة بعد الاجتهاد وتزول منهم
الغيرة والنشاط فعلى المعلم أن يسلك في تعليمه غير هذه الطريق ولا يلوم تلامذته
على رسمهم الأول فان تلك الاشغال الأولية عندهم لا تمدح ولا تذم وانما هي
في اعتقادهم اسباب ووسايط بها تمرنت ابصارهم واعتمدت ايديهم في فن
الرسم بالنسبة لزمان دخولهم في محل التعليم

وبالجملة فاعظم الطرق في ترغيب الطلبة وحثهم على الاجتهاد والمواظبة على
التعلم بدون سامة ولا فتور همة هو أن المعلم متى رأى من تلامذته ادنى تقدم بين
لهم مع الاعتناء والاهتمام بجميع ما اكتسبوه من المعارف وانهم بالتدريج
يصلون في التقدم الى درجة اعظم من ذلك

وجميع ما قلناه في فن الرسم يقال في غيره من الفنون والمعارف التي الغرض منها
تكميل اوصافنا الحسية التي يكملها تكمل اوصافنا العقلية ويقال ايضا في المعارف

المستصعبة النادرة التي يتوصل بها الطلبة الى تعلم جميع فروع الصناعة
وهنا امر يترتب عليه ضرر كبير بالنظر لاذاته الا انه لم تعم به البلوى وهو أن حاسة
البصر في بعض الناس حين ابتدائهم في تعلم الرسم قد تفوق اليد تمرنا واعتيادا
فعلى ذلك تصل عقولهم الى ادراك الابعاد والصور والدوائر على ما ينبغي ثم
ترشد الايدي اليها ومع ذلك لا تأتي بها اليد الا ناقصة

ور بما ترتب على ذلك أن حاسة البصر تتأثر وتتألم من اختلال الرسم الصادر من
صاحبها وعدم توقيعه على الوجه المرغوب وهذا الاختلال يعرف بمعرفة سببه
وهو أن الانسان مادام نلر ما كل من يده في التزن عسر عليه معرفة فن الرسم
كما ينبغي فان هذا الفن كابت فيه من المشاقا اكثر مما عا دبه على من المسترة
وانشراح الصدر

وقد يكون لحاسة البصر في بعض الاشياء درجة تقدم وكال اعظم من ذلك وهي
وقوفها على حقيقة ابعاد الاجسام المتباعدة عن بعضها بأن تقيسها بواسطة
العقل فقط

وبذلك يصير الانسان في اقرب وقت له قدرة على رسم رأس مثلا موضوع أمامه
رسماء طابقا للصورة الاصلية واما اذا اراد رسم رأس لم يبصره الامرة واحدة
بدون أن يضعه أمامه حين الرسم فان لذلك طرفا واحوالا مخصوصة لا بد منها
لاصحاب هذا الفن ولو بلغوا فيه درجة الكمال وهذا الفن وان كان بهذه المثابة
الا انه كغيره من الفنون والمعارف يمكن تحصيله ومعرفة فان الانسان اذا رسم
هذه الصورة عدة مرات متوالية وهي موضوعة أمامه فان خطوطها
وتقاطيعها ترسخ في ذهنه بحيث يمكنه أن يأتي بتلك الخطوط والتقاطيع في مرة
اخرى لا تكون فيها الصورة موضوعة أمامه وبالجملة فتي تعود الماهر في هذا
الفن على رسم الاشياء بمقتضى صورها الذهنية يؤول الامر الى سهولة ذلك عليه
ويتدرب على مثل هذا العمل بدون أن يضع أمامه نموذجا يرسم بمقتضاه

ومثل هذه الصور يوجد كثيرا في جميع الازمان وسائر الاماكن وذلك كصور
الملوك المرسومة في المحال العمومية لاجل احترام الاهالي وكذلك على جميع

التقود الخاصة بجملة من الملل لاجل تمييزها عن غيرها من تقود مله اخرى ومن هذا القبيل ايضا ما يوجد في الاماكن المعدة للاحتفال واجتماع عموم الناس من التماثيل التامة والناقصة فهذه الصور عادة راسخة في جميع الازدهان حتى ان اغلب الرسامين يسمونهم رسمها بدون أن ينظروا الصورة الاصلية لانها مرسومة في اذهانهم رسما جيدا

وقد يتفق أن بعض الرسامين يرسم صورة ابيه او اخيه او صديقه بعد وفاته مع غاية الضبط وذلك ناشئ عما رسخ في ذهنه من تقاطيع صورة الشخص الذي تمتع بالنظر اليه غير مرة

وقد لا يمكن للرسام أن يرسم الصورة على اصلها رسما مضبوطا كما اذا اراد أن يرسم صورة لص مثلا كان قد هجم عليه عدة مرات فانه يرسمه بصورة مهولة جدا ملاحظا في رسمه انه لص يمكنه قتل من صادفه وذلك لما اودعه في ذهنه من شدة التأثير والخوف المستمر

وبالجملة فالقرن والممارسة تبلغ بهما القوى العقلية اقصى درجة في الكمال بحيث يمكن استعمال الخواس فيما اعتدت له فبناء على ذلك ينبغي للانسان أولا أن يعرف المساواة بين شيئين بوضع احدهما على الآخر ثم يحكم بالمساواة بينهما مقترنين بدون وضع لاحدهما على الآخر ولا يصل الى هذا الحكم الا بعد تحقيقه من حجمهما وصورتها • وللاقيسة في هذا المعنى مدخلة عظيمة ومنفعة جسيمة

فاذا قسنا عدة مرات جملة من الاجسام المختلفة الابعاد فان حجمها المعبر عنه بالقياس يرمخ في اذهاننا بمعنى انها تكون مستحضرة في الازدهان بعد مشاهدتها في خارج العيان

مثلا اذا رأى الانسان عمارة وعرف بمجىء النظر اليها طولها وارتفاعها وامتداد جميع اجزائها فان ذلك ليس ناشئا عن مطلق النظر ومجىء الرؤية بل منشأ تصويرها واستحضار صورتها على وجه هندسي بحيث يمكن رسمها فيما بعد بدون أن يراها

وفي الغالب أن ارباب الاسفار التي الغرض منها معرفة آثار الامم وسانهم
ومحصولاتهم الصناعية محتاجون لان يميزوا حواسهم وعقولهم على القياس
بالوجه السابق فقد اتفق على أنى مررت بعمارات ابريطانيا الكبرى الجهادية
والبحرية وكنت غير ما دون بقياسها ولا بقياس الآلات الموجودة في ترسانات
تلك المملكة فاضطرت الى قياس هذه الاشياء بالنظر وحفظ ابعادها وصورها
في العقل فعبثت بالاعداد عن اشكال المباني والتراكيب الميكانيكية التي
اذن لي برويتها ثم رسمت على الورق جميع ما قسمته بنظري وحفظته في ذهني
فعلى الطالب أن يجتهد في هذا العمل العقلي فان من جد وجد وبقدر الاجتهاد
يصل المرء الى ما اراد وتظهر له ثمرة ذلك اذا اطلع على عمارات عظيمة ولم يحسب
قياسها بالنظر اما لكونه لم يؤذن له باخذ قياسها بالآلات او لكونه لم يجد لذلك
فصحة من الزمن

وبالجملة فحاسة البصر لها اعمال اخرى عظيمة النفع بقدر ما تستعمل فيه من
الوظائف ولتقتصر من ذلك على فن الحرب فنقول

اننى الى الآن لم اتكلم الا على حجم الاجسام وصورتها ولم اتعرض للكلام على
المسافة التي بينها وبين الناظر مع أن معرفة ذلك من اهم الامور وأكدها
اذ بمعرفتها تعرف بعض العمليات العظيمة الصادرة من الحواس التي هي بمنزلة
آلات القياس فان المسافة التي بين الناظر والجسم المنظور اذا كانت قريبة
كان حجم ذلك الجسم كبيرا في رأى العين واذا كانت بعيدة كان حجمه صغيرا
فعلى ذلك يجب علينا أن نعرف حق المعرفة القياس الذي تدركه الحواس من
منظر ظاهري الجسم المحسوس وبالتجربة المكتسبة من هذه المعرفة فنجانب الخطأ
في كثير من الاحوال

ومن المعلوم أن الاجسام بحسب الثور والقرس او الانسان لا يتغير حجمها
ولا ينقص مقدارها ببعدها عن الناظر بل هي ذات حجم واحد سواء كانت
المسافة التي تفصلها عن الناظر صغيرة او كبيرة

واعظم من ذلك كله التعود على قياس حجم جسمين مختلفين في البعد عن الناظر

فإذا تعودت حاسة البصر من انسان على مثل هذا النوع من القياس عرف حق المعرفة الاكبر منهما حجما ولو كان ابعاد الجسمين مسافة اى انه يظهر في رأى العين اصغر صورة من الاخر

فعلى ذلك اذا رأينا سراية متسعة من خلال لوح من الزجاج لم يصح أن نقول أن هذه السراية اصغر من لوح الزجاج المحيط بصورة تلك العمارة وانما نحكم بأن المربعات الصغيرة التي نراها بعسر في شبايك السراية البعيدة منا ينبغي أن تكون متساوية الابعاد بالنسبة الى هذا اللوح القريب منا الذي بواسطته تكون صورة تلك العمارة كبيرة في رأى العين وعلى فرض أن الحواس تخفى في هذه الحالة فالعقل بواسطة النتائج القوية يقف على الحقيقة وان كانت بمقتضى الظاهر خفية مجهولة ففي مثل هذه الصورة ينوب العقل عن الحواس في قياس حجم الاشياء وصورتها

والرسمين في رسم العمارات على غير النسب العادية طريقة سهلة بديعة يعرف بها حجم العمارة المطلوب رسمها وهي انهم يرسمون جسم ما معلوم الابعاد بحجم رجل مثلا ويجعلون ذلك وحدة قياس فيجباله نسبة حجم هذا الجسم بحجم العمارة يعرفون قياس العمارة

وفي مملكة ايطاليا مدن بها تباينات عظيمة معدة لجميع انواع الالعب ككالالعب المنظومة والرقص ونحو ذلك فتجد فيها بين ارباب اللعاب من الشبان وحجم محل اللعاب وما به من الزخارف والزينة نسبة تامة وكذلك الزخارف التي بها متناسبة على حسب درجات المنظر الخطي والمنظر الشعاعي حتى ان الانسان اذا دخل ملعبا من تلك الملاعب يرى بمجرد النظر انه داخل في ملعب صغير ويرى بمجرد رفع الستارة المزخرفة أن اللاعبين شبان صغار ولكن اذا دخل الى ما وراء الستارة تعجب من كون هؤلاء الشبان يظهرون بمظهر الملوك والامراء على صورة القدادية كما يظهرون بمظهر اغانمئون واشيل وهرقول وغيرهم مع انهم دون الذراع في الطول وهذا من فوائد علم النظر الذي به تكبر صور الاجسام عن حجمها الحقيقي

وفي ملكة ايطاليا ايضا فائدة اخرى تتعلق بالاجسام التي تكون صورتها في رأى العين أصغر من حجمها الحقيقي على عكس ما تقدم وذلك أنه يوجد في كنيسة ماري بطرس التسعة التي بمدينة رومة تماثيل ومصور من خرفة مرسومة على قياس اكبر من قياسها الحقيقي ومناسبة لابعاد البواكي والابغال والاعمدة فاذا فرضنا في مبدأ الامر أن الصور البشرية كلها المقدار الطبيعي لا تتجاوز فموجب هذا الفرض الفاسد يكون للعمارة المطلوب قياسها ابعاد عادية على قدر الكفاية ولكن اذا مر بهذه العمارة رجل او امرأة ظهر للناظر أن ما رآه كبير في الحجم وباتحاد النسب يصير للعمارة منظر كبير حقه أن يكون ناشئا عن الانتظام في الحجم وقد اتفق لي مثل هذه الرؤية حين طفت بعمارة كبيرة الحجم متضاعفة المقدار لا يمكن تخطيطها و اراد وصفها على الحقيقة

واذا راينا شعبا من بعد ولم نعرف لصورته حدا ثم قرب منا او قيل لنا انه انسان فانتا في الحال نغير رأسه وجسمه ورجليه وذراعيه وغير ذلك مما كان خفيا علينا لانه في مثل هذه الصورة ينوب العقل عن الحواس فيكمل الصورة التي لم تدركها حاسة البصر على حقيقتها

وكذلك اذا ابصر الانسان خطا مكتوبا على حائط من مسافة بعيدة ولم يقف له على حقيقة وقرأه انسان آخر قريب منه فانه بمجرد سماعه يعرف كلمات هذا الخط وحر فبه بعد أن كانت مهمة عليه قبل القراءة ولم تكن في رأى عينه الا مجرد صورة غير متميزة

واذا كان الجسم يقرب ويبعد عن الناظر وليس ملازما لحالة واحدة بمعنى أنه لا ظل له ولا لون فانه لا يقف له على حقيقة فلا يدري هل هو باق على مساقته من البعد او تغيرت وهل هو يكبر او يصغر وهذا ناشئ عن الخطا الذي يعرض للحواس ليلا وبضعف قوة الادراك عن معرفة تغيرات مواضع الاجسام نصير في كل وقت عرضة لاختلاف تخشى منها على انفسنا ولا يمكن للعقل منعها عنا بطريقة من الطرق ومن هنا ينشأ الخوف والفرع من الظلمة لاسيما عند الصبيان والنساء والجهلة اى ضعاف العقل من الناس وتولد منه ايضا الخوف من

الحجرات المفترسة ونحوها مما يتخيله الانسان من الاشياء المخوفة التي يتوهم انها تقفواثره ليللا وهذا انما يكون عند جهلة الناس الباقيين على اصل الفطرة بخلاف الملل المتقدمة صاحبة المعارف فان مثل هذا الخوف عندها انما يكون في الاطفال والحواضن

ولا جل اعانة حاسة البصر وجبر ما تقص من قوتها بحث الناس الملازمون للظلام عما يقفون به على حقيقة الاصوات التي تصل اليهم من الاجسام الغير المرئية لهم هل هي تزيد او تنقص فاستعملوا لذلك آلة سمعية يعرفون بها الاصوات مع التعب والمشقة الا أن عقولهم لما داخلها من الفزع والرب لا تبقى ما تدركه حواسهم على حقيقته فان الخائف يتخيل أنه يسمع اصواتا لا وجود لها وكذلك يتوهم أن الآفات محدقة به من كل جانب فيزداد بذلك فزعه ورعبه

ومن هذا القبيل من ارتكب جنابة فانه يشتد خوفه من الظلمة ويرى دائما أن الجني عليه أمامه وكلما سمع صوتا توهم أنه صوت القنيل ومثل ذلك يؤثر في حواسه ويزيده رعبا وتوارد عليه تخيلات كثيرة ولكن متى أصبح الصباح رأى جميع ما حوله من الاشياء التي كان يتخيلها ليللا على صور مهولة غير معهودة له باقية على حقيقة الاصلية فيسكن روعه وتطمئن نفسه شيئا فشيئا حتى لا يبقى عنده من تأثير ذنب الجنابة الا مجرد التأسف والتندم الذي هو دائما عقاب للقلوب التي لم تراعى حرمة الفضيلة بل نسبت شعائر الامانة فهذه هي نتائج خطأ الحواس الطارئ عليهما من بعد مسافة الاجسام ومنظر الاشياء

وايضا اذا ظهر ضوء النهار عرفنا الاجسام وميزناها على حقيقتها وادركنا فيها بمجرد رؤية حجمها الظاهري عدة اجزاء منها ادراكا ثانيا فاذا رأيت الوانها قد اخذت في الضعف والتناقص وظلمها في الخفاء وعدم الظهور وتناقصت ابعاد صورتها فلا تقل ان ذلك تقص في الاجسام المرئية وتغير في صورها الحقيقية وانما هو ناشئ عن ازدياد المسافة التي ينسك وبينها مع بقاء الاجسام على حقائقها

وبإزالة فعل المنظورات قد يقع حاسة البصر في الخطأ بمعنى أن الاجسام تظهر به في رأى العين على وجه بحيث ينشأ عن روية حجمها ولونها وتكاثف ظلها للناظر تأثير به يظن انها على مسافات غير مسافات صورتها الحقيقية وصناعة زحرفة الملاعب التي بلغت في عصرها هذا مبلغا عظيما متوقفة على معرفة تناقص المسافات والالوان والظلال فان تلك المعرفة من جلة المعارف التي لا بد منها في صناعة التصوير ورسم المنظورات ونقش الاجسام الصغيرة قليلة الظهور

وهناك معرفة اخرى اهم مما تقدم في عدة صور وهي ادراك حجم الاجسام الحقيقي ومساقتها والحكم عليها بمجرد النظر بدون خطأ في النظر ولا في المنظور فمن صور ذلك أن الانسان اذا كان مسافرا في البحر وتبعه العدو فانه يعرف بعده عنه وحجمه وقوته وسلته حق المعرفة ولو كان منه على بعد عظيم وامام من لم يعود نظره على هذا النوع من القياس فانه اذا رأى في الافق نقطة سفحائية ظن انها العدو ولم يقف لها على حقيقة

وكذلك الحروب البرية يلزم فيها تعويد النظر على هذا النوع من القياس فينبغي للانسان فيه أن يقف على مسافة مناسبة بالنظر لانواع الاسلحة التي تستعمل في تلك الحروب ليكون للمرمى بها فائدة عظيمة ويجب على الضابط المنوط بضرب النار أن يعرف هذه المسافة حق المعرفة ويحكم عليها ويقيسها مع الضبط بنظره وقوة عقله لا ييده فيرمي العدو في الوقت المناسب للمرمى ومثل تلك المسافة يسهل قياسها بالاسلحة القريبة المرمى كالطبنجة والبنادقة ونحوهما بخلاف البعيدة المرمى على اختلاف انواعها كالاخوان الكبيرة والصغيرة والمدافع المختلفة في الطول وفي الخشوة (المعروفة بالفشنك) فانه يعسر القياس بها فيجب على ضباط الطوبجية وضباط الجيوش الخفيفة أن يعرفوا قياس المسافات سواء كانت صغيرة او كبيرة معرفة جيدة حتى يتمكن في وقت المعركة وشدة الالتحام اخذ المواضع المناسبة وضرب الثيران وابطالها عند الاقتضاء مع الضبط والسرعة

والوسيلة الى هذه المعرفة النفيسة هي المداومة على قياس المسافات المتنوعة في السهل والجبل

ويجب على رؤساء الورش الكبيرة والكرخانات الصغيرة أن يعودوا وانظرهم على قياس حجم الاجسام وصورتها بمجرد النظر قياسا صحيحا حتى لا يحتاجوا الى الطريقة البطيئة باستعمال المسطرة والبرجل في القياس فانهم متى تعودوا على القياس بالنظر عرفوا المحصولات صنائيعهم وشغل السفالة هل وفي بما يلزم عمله ام لا ولا فلاح من كونهم يعرفون هل تلك المحصولات تناسب من صنعت لاجلهم ام لا

وبالجملة فمن جملة نتائج التمدن وفوائده عند كل امة من الامم استكمال حاسة البصر وغيرها من الحواس بالتربية والتعود

ومما يدل على ذلك اتانا ارسلا الى امة من الامم المتبررة اقبح ما يوجد عندنا من الصور فاني اتعد تلك الصورة من اعظم الصور الظرفية على حسب ذوقهم وعدم تقدمهم في الفنون وهذا نوع عظيم من التجارة عند صغار الصنائعية الذين لم يتقدموا في صناعة النقش والتصوير ومثل هذا التفاوت ناشئ عن تعويد النظر على الاشياء وممارستها بحيث ان ادنى شخص من الامم المتقدمة بتعويد نظره على حسب حاله يدرك بصره ما لا يدركه المتبرر الخشن

وبالجملة فكل امة تقدمت في التمدن فانما تعرف اشغال اسلافها وتحكم عليها فهي كالمبتدى في تعلم فن الرسم فانه متى تقدم في ذلك الفن عرف رسمه الاولى وحكم عليه بعدم الصحة

فلو صادفنا احدا المصورين بباريس الذين يطوفون في الاعياد والمواسم واما بالبطالة بسراية لوورة ولوكسنبورغ ولم يكن من المتقدمين في هذا الفن وسألناه هل ما وجدته في تلك المحال من تماثيل ابولون وهرقول وديانة اشد شبا بالصور البشرية الطبيعية من تماثيلها التي على ابواب كنيسة سنت جرمان ام الامر بالعكس لاجاب فورايانه قددهش وتعجب غاية العجب من التماثيل الاولى وأنه اذا قابلها ببعضها ظهرت له التماثيل الثانية مجردا بحجار

خشبية غير منتظمة الصناعة مع أنها كانت عند القدماء من اعظم الملح واطرفها حتى ان ملوك ذلك العصر ورعاياهم كانوا يتعجبون غاية العجب من مصوريها كيف امكنهم أن يأتوا بما يشبه الصور الطبيعية فهذا التفاوت انما نشأ من تقدم حاسة البصر في بلاد فرانس من عصر التوحش والخشونة الى عصرنا هذا

واذا ارسلت الدولة الفرنسية الى بلاد ايطاليا جماعة من صغار المصورين والتقاشين والبنائين فليس الغرض من ارسالهم الى تلك البلاد مجرد اخذ صورة بعض المباني والقصور والتماثيل بل الغرض من ذلك ايضا هو انهم يعودون ابصارهم بروية ما ظهر على وجه الارض من الفنون المستطرقة في هذه المملكة قديما وحديثا حتى يتمكن حواسهم من تلك الصور وترسخ في عقولهم بحيث اذا رجعوا الى بلادهم يمكنهم نشرها واظهارها بين ابناء وطنهم

فقد عرفت أن كل امة يمكنها الاستكمال حاسة البصر بالممارسة والاجتهاد فمن ثم كان المصورون والاهاى يتنافسون في تحصيل المعارف والفنون

فاذا صدق المصورون ولومرة واحدة كانوا بذلك قدوة للاهاى وز بما وقفهم على نموذجات صحيحة كاملة لا يمكن لمهرة علمائهم ادراكها والوقوف على حقيقتها وكل من هذه النماذج يزيد حاسة البصر ويمدها بالقوة والكمال عند الناظرين فلذا كان كلما تكاملت الفنون تقوى رغبة الاهاى ويزيد اجتهاد المصورين حتى يحوزوا فضيلة التقدم على الاهاى قهر اعينهم

وهذا التقدم المشترك في المعارف بين الاهاى والمصورين لم يثمر ثمرة عظيمة الا عند امة اليونان في الاعصار السالفة وعند الايطاليين في اواخر القرون الوسطى وها هو الآن شارع في التور والزيادة عند الفرنسية فيجب على كل من المصورين والعلماء الماهرين أن يذلوا وجهدهم في اعانة هذا التقدم بالمواظبة والاجتهاد وقد تصدى لذلك بعضهم ونجح فيه فنجاحه يرجى تفحصه

والذى اكسب الفرنسية الميل الى الفنون المستطرقة هو احد المصورين

بمفرده وذلك أن ما ابتداء هذا المصور من محاسن صناعته أنساهم ما كانوا
يتعجبون منه من تصاوير القدماء الخشنة وقد تخرج عليه جبرارد
وجيروديت وغيروس وغيرين وغيرهم من تلك الطائفة المتأخرة فليس
منهم أحد الا واستفاد من دروسه وامثاله وكان هذا المعلم الصعب اذا اطلع
على اشغال تلامذته في هذا الفن يظهر ما فيه من الخطأ ولو كانت في عين
الاهالي من اعظم الملح واظرفها بدون أن يراعى في ذلك خواطرم او يخشى بأس
احد منهم ويمثل هذه الطريقة يمكن للرسم الماهر أن يبلغ التلامذة على يديه
اقصى الدرجات في هذا الفن وبواسطتهم يصل سائر الاهالي في ذلك الى مثل هذه
الدرجة

وقد حصل لفن البناء ما حصل لفن الرسم من التقدم واتساع الدائرة وحسبك
دليلا على ذلك مقابلة ما حدث في سائر الجهات من البيوت الساذجية الحسنة
المنظر بمباني القرن المتأخر وما قبله في ذلك ما يقضى بتقدم هذا الفن وبلوغه
في الحسن درجة لم تكن له قبل ذلك وكذا عمارات اسواق سنت جرمان ومباني
موبيرت فانها نظرافة شكلها وحسن تناسبها اشبه شئ بعمارات اليونان
القديمة ومما يدل على ذلك ايضا ما تجد في شوارع مدينتي كاستيليوم
وريوولي من العمارات ذات الابواب الشائخة فانها جديرة بأن تنظم في سلك
مباني رومة وفلورنسه وكذلك العمارة الجديدة المسماة البورس
(وهو مجلس التجار بباريس) فانها تذكرنا بعمارات برويله وبروتون في لطاقها
وحسن منظرها وبالجملة فهذا التحسين ظهر في جميع المباني الافرنجية ظهورا
تامابلا وكذلك في جميع محصولات الصناعة وقد برع الفرنسيون في ذلك
وفاقوا اسلافهم بل والدول الاجنبية في الفنون والمعارف بواسطة فن الرسم
واستكمال حاسة البصر فيهم ومع ذلك ينبغي الاعتراف بانهم لم يبلغوا في التحصيل
الدرجة القصوى لما أن التكميلات المترتبة لسائر الفنون لا يمكن حصرها فعلى
ارباب الصانع من الفرنسيين أن يسارعوا الى هذه التكميلات ويضيفوا الى
ما عندهم من الفنون ما يظهر لهم من التحسينات المستخرجة التي هي زينة

البلاد المتقدمة

وعليهم ايضاً أن يقبلوا الاقيسة الصحيحة المضبوطة ويذعنوا اليها حسب الامكان
وأن لا يقيسوا الاجسام بمقتضى ما يظهر من حجمها فقط بل لابد ايضاً من قياس
نسبها ومعرفة ما بين تلك النسب من الاختلاف والتفاوت او التشابه وأن لا
يستحسنوا الا ما استحسسه العقل ويبدلوا الجهد في تحسين اشغالهم بحيث
يستنبها ويقضى بحسنها ويجتهدوا في اعمالهم حتى يصير لهم المام بجهة كل
فن وخبرة بنسبه وانتظامه ثم ينشأوا ما اكتسبوه من المعارف الجديدة باقاضتها
على من جاورهم والقائم الى تلامذتهم ليعملوا بمقتضاها في اشغالهم والى
الاهالى كافة ليدر كواظرافة الاشغال ويعرفوا مقدارها وتعمل منهم تلك
المعارف الجديدة محل القبول وانما اورثنا ذلك رغبة في نفع الناس وحلهم على
الغيرة والمنافسة في تحصيل الفخار وما يعود على الوطن بالمنفعة

والى الان لم نستوف الكلام على جميع ما يناسب حاسة البصر من انواع
التكميلات وانما ذكرنا ما بين هذه الحاسة وصورة الاجسام من النسب فقط
وكيف يمكن استيعاب جميع النسب التي بين البصر والاجسام حال تحررها الى
حين ظهورها للنظر على عدة احوال اذ لو تصدينا لذلك لجز الى الاسباب
واخرجنا الى تفاصيل كثيرة يطول شرحها فان انواع الحركة كثيرة كحركة الحياة
التي نعيش بها والحركة التي نعرف بها حياة الاجسام الحساسة والحركة التي تؤثر
في حواسنا وبها تحصل لنا المعارف والحركة التي تجربنا الى ارتكاب الخطأ
في الافعال والاحكام

وينبغي لنا أن نعود حواسنا على قياس الحركة كما نعودها على قياس الامتداد
ويمكن التوصل الى هذه العملية المهمة باعانة الزمن فيلزم اذن للعقل والحواس
معرفة الزمن والمدة بحيث متى رأينا جسماً يقرب او يبعد عن اجسام اخرى
عرفنا معرفة صحيحة المسافة التي يقطعها هذا الجسم في زمن معلوم او الزمن
الذي يقطع فيه مسافة معلومة ولا ينبغي أن تقتصر في معرفة الحركات والحكم
عليها على ما نشاهده منها وقت حصولها فقط بل يجب معرفة قياسها واحوالها

وحفظ ذلك في الازدهان بحيث يمكن مقابلتها بغيرها عند الحاجة

واغلب عمليات الفنون والصنائع تحتاج الى هذه المعارف المضبوطة اذ من الصناع من يلزمه ان يعرف درجة السرعة التي تلايم الدواليب التي يستعملها في سن آلاته وصل السطوح وعمل النخار والبلور والصيني بدون أن يحتاج في معرفة قياس حركاتها الى ساعة كبيرة او صغيرة رمنهم من يلزمه أن يعرف السرعة التي تلايم آلات صناعته كالنشار والقارة والمكوك ونحو ذلك وانما مثلنا لذلك هذه الامثال العادية ليعلم أن هذه المعارف لا بد منها في سائر فروع الصناعة

وقد يحتاج الانسان في كثير من عمليات الصنائع الى الاستعانة بالآلات المعدة لقياس الزمن فينبذ يلزم لكل امة تقدمت في الصناعة أن يكون عندها اقيسة صحيحة للزمن كما يستفاد من التاريخ

فقد كان سلف الفرنسيات في عهد ملكهم كرلوس ماغوس الذي لم تكن فيه الصنائع متسعة الدائرة كهذه الاعصار لا يعرفون الاوقات الا بارتفاع الشمس على الافق كما هو عادة اهل الاريا في الآن واول ساعة دقاقة وجدت في مملكة فرانس هي الساعة التي اهداها الخليفة هارون الرشيد الى ملك فرانس المذكور ثم اخذت المدن الاصلية من هذه المملكة في تحصيل ساعات من هذا النوع وكانوا اولاً يعرفون عدد الساعات بضرب النواقيس فلما عرفوا الساعات الدقاقة صاروا يعرفون باصواتها المتنوعة وضرباتها المختلفة عدد الساعات وانضافها وارباعها ثم اخترعوا الساعة عقريين احدهما لعدد الساعات والاخر للدقائق في سائر الاوقات

وترتب على صحة قياس الزمن وضبطه فوائد عظيمة في ترتيب المصالح العامة والخاصة وكذلك في اشغال الصناعة الا أن هذا القياس لما كان خالياً عن الجدوى بالنسبة لمن لا يتيسر له سماع هذه الساعات ولا رؤيتها كالسياح والشغال والعالم وغيرهم عن يتفرغ لشغله او يمنعه عن سماعها كثرة اللغط او لا يتمكن من الانتقال من محل شغله الى المحل الذي به تلك الساعات خطر لهم أن

يختصر عو اساعات صغيرة يمكن حلها لكل انسان ليعرف بها قياس الزمن ويتيسر
 له بها معرفة الاوقات مع الضبط في سائر الازمان والاما مكن ويمكن بها المن
 كانوا في اطراف مدينة كبيرة او في مدن مختلفة وتواعد واللا اجتماع مع بعضهم
 في محل مخصوص ووقت معلوم لقضاء اوطارهم واليجرد الحظ والموانسة أن
 يحضروا في الوقت المعين بينهم ومن فوائد هذه الساعات ايضا قياس مدة جلة
 من الاشغال وطول زمن عدة من الحركات وبالجملة فقد استفاد الناس من قياس
 الزمن فائدة عظيمة كان لا يمكن للامم تحصيلها قبل ذلك وربما استفيد منه
 ايضا فائدة اخرى وهي كثرة العمل مع التوفير وله مدخلية في تنظيم جلة من
 المصالح العامة والخاصة وفي تكميل العلوم والقصور وله ايضا مدخلية عظيمة
 في اشغال الملاحة وعلم الفلك وكذلك الفنون الحربية فيلزم غالبا معرفة الزمن
 الكافي لاجل انتقال الجيوش من موضع الى آخر في مدة الحرب التي لا يتيسر
 فيها قياس الحال والمسافات الا بيجرد النظر فلذا كان لا يمكن التوصل الى
 ذلك الا بالتعود على معرفة المقابلة بين المسافات المقطوعة والزمن الذي
 استغرقه قطعها بأقيسة صحيحة مضبوطة

وطريق الوصول الى معرفة الازمان بيجرد النظر هي التأمل في حركة الاجسام
 واما معرفة السمع فهي عبارة عن معرفة مدة الاصوات كما سيأتى في الدرس

الثاني

فوجد معلم العساكر الجديدة باعتياده على ملاحظة السير المعتاد والسريع المعبر
 عنهما بيرايك بيرايك اعني واحد اثنين واحد اثنين يكتب معرفة المدة التي بين
 هذه المسافات المتساوية فاذا رأى بعد ذلك عساكره غشي أمامه عرف سرعة
 سيرهم بيجرد النظر كريس الجيوش المنتظمة

فعلى ذلك اذا رأى الانسان رجالا او خيولا او عربات او سفنا سائرة امكنه أن
 يحدد نظره على معرفة قياس سرعة حركاتهم كالا لاني اذا سمع فرعا من فروع
 الموبسيتي فانه يعرف بيجرد سماعه النغم الذي يتسبب اليه هذا الفرع من غير
 احتياج الى مراجعة كتاب في هذا المعنى

وجميع هذه المعارف على اختلاف أنواعها لها فائدة عظيمة في كثير من الفنون
فيمكن بهاريس الورشة الكبيرة والمعامل الصغيرة أن يعرف أسراع العملة
أو تأنيمهم في الشغل بمجرّد النظر والسمع

وهناك معارف أخرى ليست مقصورة على بيان قياس أطوال المسافات
والأوقات بل يعرف بها أيضا الألوان والأصوات (كما سنذكره في الدرس
الثاني)

ومعرفة الألوان مما لا بد منه للمصوّرين والصابغين ومن خرف التباينات أي
الملاعب وغيرهما من الأماكن وهي ضرورية أيضا في كثير من الفنون التي
يرغب في محصولاتها على حسب زيتها بالألوان المرغوبة قلّة وكثرة فلذا كان
ينبغي للرّسام الماهر أن يعرف هذه الألوان معرفة جيدة ويعرف ما يثبتها من
الاختلاف والاتحاد * والناس في شأنها على قسمين فبعضهم من يعرفها حق المعرفة
ومنهم من لا يعرفها إلا معرفة هينة

فأهل الأرياف عموما سواء كانوا متوحشين أو متدينين لا يميلون بالطبع إلى
الألوان الناصعة الفاقعة وأما الأكابر والأعيان فزينة منهم من قديم الزمان الحجرية
الضاربة إلى السمرّة بخلاف أهل البادية فإنهم يؤثرون الأحمر الوردى على غيره
وهو الأرجواني عند أهل القرى وأما ما كان من الألوان دون ذلك في الشدة
فهو الملايم لأصحاب الذوق السليم لحمة حواسهم وقوة إدراكها بما توارد
عليهم كثيرا من الألوان فعرفوا بمقابلتها على بعضها ما لا يعرفه العامة من التفاوت
بينها ومثل هذه المعرفة الدقيقة مما يقوى الذوق ويكسبه السلامة
والرقة

وبما ذكرناه هنا يمكن الوقوف على تقدّم ذوق الإنسان وقوة إدراكه
بالنسبة إلى الألوان كما سبق بيان ما يمكن به معرفة ذلك بالنسبة إلى مقادير
الأشياء

* (الدرس الثاني) *

في الكلام على حاسة السمع المعتبرة آلة للقياس وعلى الاتجاه الذي تكتسبه

منها القوى الانسانية

قد اسلفنا في الدرس الاول أن حاسة البصر معتبرة آلة للقياس وذكرنا أنه يمكن للانسان بالتعود على الملاحظة والمقابلة أن يكمل هذه الحاسة الناقصة ويجعلها صالحة لاعتائه في اعماله واشغاله وذكرنا ايضا أن استكمال تلك الحاسة امر ضروري لا بد منه لاسيما بالنسبة لتقدم الفنون المستنيرة والفنون النافعة التي هي عبارة عن الصناعة

وقد رأينا أن تتكلم في هذا الدرس على حاسة السمع كما تكلمنا في الدرس الاول على حاسة البصر فتقول

ان جميع الاحساسات التي توصلها حاسة السمع الى العقل ممتازة بثلاث خواص متباينة * احدها المدة * والثانية القوة * والثالثة ارتفاع الاصوات او انخفاضها

فيمكن للانسان بالتدريج أن يعودا ذاته على قياس مدة الاصوات وسكونها لان معرفة هذه المدة المكتسبة بالحواس مما لا بد منه في كثير من الفنون * ويتوصل الى معرفة هذه المدة بتوارد الاصوات المتشابهة وتكررها على الاذن حينئذ يدرك بان يقطع توصلها بسكوت طويل او قصير * فلذا كانوا في العسكرية يستعملون تارة صوت الكندار (اي المعلم) وتارة صوت الطرمبطة واخرى صوت الموبسقي ليعودوا العسكري الجديد على معرفة قياس السير السريع كثيرا او قليلا على حسب ما يلائم الحركات العسكرية من انواع السير

وكذلك اذا ارادوا انتظام فرقة عسكرية بحيث تحرك اسلحتها دفعة واحدة قسموا الزمن الذي تقع فيه اجراء التعليم الى مدد متساوية لكل مدة منها حركة مخصوصة فيترتب على ذلك في التعليم توازن الحركات وانتظامها وهو المطلوب * فهذه الطريقة يمكن لها ثمانية وتسعمائة من العساكر المتقدمين في التعليم أن يجروا بالنداء المسمى تعليم ماهران وهو سلاح طولدر اي تعبير السلاح عملية اثني عشر فضلاوا كثر من ثلاثين حركة مع الاتحاد التام بدون احتياج الى

إشارة أخرى

وكلما كانت العساكر الجديدة مجموعة من الأهالي المتمدنة المتعودّة بطبيعتها على مثل هذه الحركات كان تعود حواسها على هذه التعليمات قريبا قصير المدة فيكفي في تعليم العساكر الفرنسيّة مجرد التعبير عن الحركات اللازمة وتكرارها بخلاف العساكر المجموعة من الولايات القليلة التمدّن فان ذلك لا يكفي بالنسبة لهم بل لابد من أن يكون أمامهم رجل يفعل جميع الحركات اللازمة واحدة بعد أخرى حتى يتأقّل لكل واحد منهم الاقتداء به في تلك الحركات ويتعود على فعلها وحده بدون أن يحرك رأسه ويجب على المعلم الماهر أن يلتفت الى مثل هذا الاختلاف العظيم

هذا ولا ينبغي أن يعتقد أن الغرض من الانتظام والاتحاد في التعليمات العسكرية انما هو الزينة والتخبر بل الغرض من ذلك هو ما يترتب عليه من النتائج النفيسة والفوائد المهمة وهو تعود العسكري على انتظام جميع حركاته واجرائها على صوت رئيسه واصوات الآلات الحربية وبالانتظام المذكور يصير ايضا بعض اعضائه متعود على قبول تأثيرات الاصوات فيكون بذلك قابلا للغيرة والحمية بمجرد سماعها اذا اقتضى الحال تحصيل نتيجة مهمة او عملية جسيمة فمن ثم كانت الاهالي المتمدنة اذا عرفت لها أن تكمل الفن العسكري او تشرع في تعلمه تدخل الانتظام في جميع الحركات العسكرية وتراعى الهندسة في الصفوف والاتجاهات فتفوق بذلك على الاهالي الغير المتمدنة ويحصل لها به من الفائدة والرجحان عليهم ما هو اعظم من فائدة كثرة الاسلحة لان هؤلاء المتبررين انما يرجحون على المتمدنين بالشدة وشراسة الاخلاق والاستسكاف عن مكابدة الاشياء وتحمل مشاق معاناتها ولا انتظام الحركات فوائده كثيرة في الاشغال المدنية والاعمال الاهلية فمن فوائده في صناعة الحدادين مثلا أنهم اذا اجتمعوا لادق قطعة من الحديد على السندان ودقوها بالمطرقة مع غاية الانتظام دقا محكما مضبوطا لم تكن فائدة ذلك مقصورة على عدم ملافاة المطرقة للسندان ومنع ما يترتب على ذلك من المضارب فأنه ايضا خفة العمل

وقلة المعاناة

فإذا كان لانسان صنعة يلزم لها حركة واحدة متكررة دائماً فانه يجعل لهذه الحركة مدة محدودة لا تتغير ويرى في ذلك فائدة تبين احدهما انه لا يصرف من قوته في تلك المدة المعينة الاحقاد اراما وما بحيث يمكنه استرجاع ما فقد منها في قدر تلك المدة * والفائدة الثانية وان كانت دون الاولى في الوضوح والامتياز الا انها جديرة بمساواتها في نوع من الدفعات الدورية ~~تكتسبه~~ الحواس من تكرر الحركة تكرر منتظما بمعنى أن الحواس تعود بذلك على هذه الحركة المتكررة المتوالية مع السهولة العجيبة والسرعة التي يتوصل بها الى عدة نتائج غريبة وبما ذكرناه تظهر ثمرة تقسيم الاشغال لاجل اجراء عمليات الصناعة (كما سيأتى في الدرس الرابع)

والانسان من مبدأ أصغره يدرك تكرر الحركات المتساوية ويميل الى ذلك بطبعه فلذا كان سهل تعود الحواس على هذا التكرار بدون كبير معاناة فتجد كل كلمة من الكلمات الاولى التي ينطق بها الطفل مركبة من جزئين متشابهين وبسهل عليه أن ينطق بها مركبة أكثر من نقطه بمفرده

واذا اريد حفظ الاطفال وادخال السرور عليهم صنع لهم حركات سريعة منتظمة فبذلك يظهر اثر السرور على وجوههم وايديهم وارجلهم بل ينشأ عن هذه الحركات المتساوية المتكررة ما يظهر اثره على الجسم بتمامه

وهنا نوع آخر في جلب الحظ الى الاطفال وهو أن تصنع لهم حركات طويلة لطيفة موزونة تتناقص بها الشدة المنبثة في اعضائهم ويلحقها الاسترخاء فيدركهم النوم باثر ذلك بمعنى أن اعضاءهم تتمتع بالراحة التامة الناشئة عن هذه الحركات الموزونة البطيئة

ومثل هذه الطرق تستعمل في كثير من التيارات ليحصل الحظ او الفطور او الانجذاب والميل الكلي او جلب السنة والنعاس فعلى ذلك لا مانع أن يقال انه يتولد عن الشعر كثير من النتائج الميكانيكية التي من هذا القبيل ولا مانع ايضا أن قانون الحركة له دخل في ضبط كثير من كلمات الفصاحة المستعملة

في تحسين الكلام الآن هذا ليس محل إرادته ويانه
وحيث ان ماوردناه هنالم تتعرض فيه الاذكري نتائج الحركة قطبى
علينا بيان اسباب التأثيرات المختلفة في السرعة والنتائج المذكورة اذلو
اقتصرنا على ما ذكرناه لفاتنا معرفة تلك الاسباب فلا يدري مثلا ما الاسباب
في كون الانسان يسرع السيرة هرا عنه عند سماع ما يهوله ويمشى الهوى بنا عند
سماع الفروع الموزونة من الموبسقى

وشاهد ذلك ما وقع لى في هذا المعنى وهو أنى كنت اذا اشتغلت بالكتابة ومترى
من تحت شبائيك المحل احد الالاتية الذين يمزون في الطرق ارى حركات القلم
تأتى على ضربات الموبسقى مع الوزن والانتظام على حسب ما بطرق آدافى من
انعامها وطرب الحانها

والواقع اتسالى الآن لم نعرف سبب هذه الحوادث المؤثرة بطريق الجاذبية
وانما نذكر هنا نتيجة تجربة يعرف بها أن هذا السبب ميكانيكى محض
فنقول

انه قد وقع للعلم بريقويت وغيره من مشاهير الساعاتية انهم وضعوا على
مستو واحد من ساعتين من ذوات التوائى اوساعتين من ساعات قياس
الزمن فوجدوا فى سرعة حركاتهما بعض اختلاف يسير حيث رأوا أن
الساعة التى هى اسرع حركة من الاخرى تتأخر وأن البطيئة تتقدم وانهما
يتهيان معافى السير مع أن كل واحدة منهما منفردة عن الاخرى فى علبة لا
تعلق لحركتهما بحركة الثانية

وما ذكرناه من المقارنة فى شأن التأثيرات الواقعة على الانسان وفى شأن
حركة عدة من الساعات ليس حاصلها بطريق الصدفة والاتفاق بل تتأثر الاعضاء
حقيقة بتأثير الاصوات الغريبة التى تضطرب بها بأن يجعلها موافقة لها
فى حركاتها سرعة وبطأ ومن هنا النتائج المعروفة التى تحدثها فىنا الالات
المتحدة فى الصوت

فاذا اخذت طرب مبيطة وشددت اوتارها شدا جيدا وضربت عليها ضربات

متوالية متساوية سريعة وفصلت بينها فاصلا هينا جذا بضربات سريعة واخرى قوية امكنت بهذه الطريقة منع الفرقة العسكرية عن سرعة السير والهجوم على العدو

وتفعل عكس ذلك في صورة ما اذا اردت ضعف صوتها بأن ترخي اوتارها وتقطعها بقطع منظره محزن بضعف صوت حركاتها زيادة على الضعف الناشئ من ارخاء اوتارها فتسمع لها صوتا مخفضا غير متواصل يعقبه السكون ثم تضربها بعد ذلك ضربة واحدة يعقبها السكون ايضا ثم تضربها ضربة هينة يسمع لها صوت ضعيف وبذلك تفر حركة الاعضاء وتولد الحزن في النفوس ويحصل تذكار الجناز

وقد استنبطنا هذين المثالين من جاذبية السمع وتحرك الاجسام الزانة التي يسمع لها دوى وصوت في الهواء

ومن هذا القبيل الناقوس فانه تولد عن ضربه مثل هذه النتيجة ايضا فاذا كانت ضرباته خفيفة بطيئة دلت على موت الانسان من مسافة بعيدة بخلاف ما اذا كانت مختلفة سريعة فانها تدل على ولادة مولود او عمل موسم او عيد وكذلك الساعة الدقاقة في صورة ما اذا كانت ضرباتها متساوية متواصلة شديدة سريعة فانها في هذه الصورة تؤثر في النفوس ما يزيد بالتدريج ويقوى شيئا فشيئا حتى يكسبها انبعاثا واندفاعا الى محل به حريق او قتل او نحو ذلك فنتيجة الساعة في الصورة المذكورة كنتيجة الناقوس في صورة جماع ضرباته من مسافة بعيدة

ثم ان بقية الحيوانات بهذه المثابة من حيث قبولها هذه التأثيرات وانبعاثها بها الى ما تجذبها اليه فان صوت البوق او النغير يغري الكلاب على الصيد والخيول على الهجوم في المعركة اذ حركة السير القوية السريعة تسرى سرعتها في جياذ الخيل وتدفعها الى خطر المهالك قهر اعصابها وقد تحدث الطرمبطة الحربية في الانسان قوة عظيمة تقضى به الى الحمل على العدو وواقته ام خطر الالتصام ولم تسلك الى الآن الاعلى الاصوات من حيث سرعتها وما يتولد عن هذه

السرعة من النتائج وبقي علينا أن نكلم عليها من حيث ما يتولد عن قوتها من النتائج كبيرة كانت تلك القوة أو صغيرة فنقول

قد ثبت بالتجربة أن انغام الجسم الزنان تكسب الاذن طرا يختلف قله وكثرة على حسب بعده هذا الجسم عنها وقر به منها * ومتى عرفنا صوت الاجسام الزنانة عرفنا بواسطة السمع ما يبتنا وبين هذا الصوت من المسافة * فاذن هذه الحاسة التي كانت قبل ذلك آلة لمجرد قياس الزمن صارت الآن آلة لقياس الزمن والامتداد معا * وربما نابت عن حاستي البصر واللمس

وذلك أن العميان لما تعذر عليهم قياس المسافات البعيدة ومعرفة مقاديرها لفقد حاسة البصر منهم اضطروا الى السعي فيما يكون به استكمال حاسة السمع فبحجوا في ذلك فجاها عظميا وترتب على سعيهم نتائج عجيبة وفوائد غريبة فقد صارت اسماعهم في اقرب وقت آلة لقياس الامتداد ولوسلك مسلكتهم من له حاسة البصر في الاجتهاد وبذل الوسع والمقابلة بين الاصوات ومزيد الالتفات والانتباه لاستكملت فيه حاسة السمع مثلهم وبلغ في قوتها درجاتهم

وقد احسن ارباب الفنون المستطرفة استعمال خاصية الاصوات التي هي عبارة عما يستدل به على قرب صاحب الصوت المسموع من السامع او بعده عنه * واستخراج الاصوات الخفية العسرة الادراك من الاقواء والاالات له سبب يقتضيه وموجب يستدعيه اذ تكثر هذه الاصوات وعظمها وغلظها شيئا فشيئا وسيلة تؤدي الى الغرض المقصود من اهوية المويستي والحانها * ونتم فائدة اخرى وهي معرفة السامع المسافة التي بينه وبين اشياء في التياتر لم يكن يبصرها بجيش او احتقال كبير او زفاف او نحو ذلك

واعظم الاهوية المعروفة هو ما اخترعه بعض مشاهير ارباب المويستي في عصرنا هذا وهو عبارة عن تطويل النغمات على التدريج بأن يمد صوته مقام بعد مقام مدا عظيم مع فواصل دقيقة وعلامات لطيفة تؤثر في النفوس بالتدريج تأثيرا عظيما في المحافل الكبيرة وهذا التأثير هو ما يعرف بثورة النفس المستنوية

وهذه العلامات المنتظمة سواء كانت مرتفعة او منخفضة ليست مقصورة على بيان المسافات والحركات الطبيعية بل تحدث في النفوس تأثيرا يزيد او ينقص به على التدريب ما هي عليه من فرح او حزن او قوة او ضعف او شجاعة او جبن وكذلك اغلب الشهوات النفسانية وعظماء الخطباء والشعراء ومهرة ارباب الفنون الذين يأتون بالعبارات المنتظمة المقرحة او المحزنة يعرفون حق المعرفة رموز الحركات سواء كانت سريعة سرعة تدريجية او بطيئة كذلك * ويعرفون ايضا طريق وضعها في نأ كيفهم ونقلها الى اقوالهم على وجه بحيث يكون لها تأثير في النفوس فترى الخطيب حين يأتي بادلته وبراهينه مرتبة على مقتضى قانون القوة بحيث يكون لذلك موقع في النفس يؤثر فيها شيئا فشيئا بعد عما استحضره من التصورات والمعاني التي تجذب اليها النفوس بعبارات يسلك فيها بالتدريج مسلك السرعة والحماة فيكون لهذه الامور الثلاثة المؤلفة التي لا تخرج عن سرعة الكلام وقوة الاصوات وحركة النفس المتزايدة بالتدريج تأثير في نفس السامع وجوارحه بطرق ثلاث مختلفة كل واحدة منها تزيد في قوة الآخرين وفي صورة العكس وهي ما اذا اريد الانتقال من قوة التأثير والاحساس والتزول من درجة ذلك الى درجة التصورات المحزنة والافات السوداوية يخفض الخطيب صوته شيئا فشيئا حتى يصير خواص الصوت وعلاماته مدغمه غير متميزة ومتراحية غير متواصلة بحيث يشق على نفس السامع قبول تلك التأثيرات الجديدة القابضة التي يحاول الخطيب القاءها في ذهنه واثباتها في نفسه ثم ان الاصوات التي تميز بحاسة السمع هي كاشعة الضوء بالنسبة لحاسة البصر من حيث تفاوتها في اصلها وقوتها وليس اختلاف الصوت قوة وضعفها مقصورا على الصوت الواحد قط بل قد تختلف الاصوات المتعددة وتتغير عن اصلها بالقوة والضعف * وقد حصر ارباب الموسيقى ما ينبغي اسماعه من الاصوات في عدد قليل يبلغ ثمانين ونيفا كلها على نسب مختلفة فاذا اسمعوا جميع تلك الاصوات وجد السامع منها ما يكون النغم فيه واحد لا يختلف ومنها ما يختلف

نغمه وطريفة قلة وكثرة ومنها ما اذا تواقفت انغامه اضر بائس السامعين
وقد ابطالوا هذا النوع الاخير من الحان المويستي

ولما كان الانسان باصل القطرة لا يعرف فن المويستي كان محتاجا الى تعويد
سمعه على قياس ارتفاع الاصوات وقوتها ومدتها قبل أن يحكم بشئ في شأن
الحان المويستي ولتكم على هذا الغرض فنقول

حيث ان صوت الطرميطة او الناقوس له في النفوس تأثير عظيم فصوت
المويستي في ذلك من باب اولي لاحتوائها على عدة كبيرة من الآلات
المتنوعة من كل آلة لطيفة تستعذبها الازواق وتجذب الى سمعها النفوس
والآلة مزججة تجبها الاسماع وتفرمها الطباع والآلة تديء الصوت مألوفة واخرى
ثقيلة لانهم بالشدة موصوفة

وبالجملة فالمويستي لها تأثير عظيم عند اصحاب الذوق السليم والحواس
المستكملة * والاقطار الجنوبية تفضل في هذا المعنى الاقطار الشمالية ومن هنا
ما يوجد في توارخ اليونان من النتائج العجيبة المترتبة على التناغم الاصوات
وانتظامها وكذلك ما يرى الآن عند الايطاليين من الجية والحاسة في خطاباتهم
وشعراتهم حيث يسلكون في خطابتهم ووعظهم واما شيدهم الطريقة
الحامسية التي يكون لها في قلوب العساكر وقع عظيم يحملهم على اتمام الاخطار
حتى يصلوا الى قلعة العدو ويتوجوا بازهار شجر الغار حسبما جرت به العادة
عندهم قد عيى أن الملك يتوج بتلك الازهار من حاز على العدو وغر الانتصار
من غول الرجال والعساكر الابطال

فاذن ما يوجد في لغات اهل الجنوب من انتظام الاصوات وتنوع الحان
ينبغي نسبته الى رقة المخارج ولطف الاعضاء بخلاف لغات اهل الشمال فان
ما فيها من الاصوات اليابسة الخارجة من الحلقوم او من بين الاسنان
يظهر انه انما خلق كذلك ليناسب الاعضاء الصلبة اليابسة بسبب برد الاقطار
الشمالية

وعلى كل فخارحة اللسان وحاسة السمع وان كانتا من القوى الحادثة ببعض

خلق الله تعالى الاله يمكن اصلاحهما وتحسين عملياتهما بواسطة الصناعة البشرية ولو اختلفا في الناس لاختلاف الاقطار اختلافا كثيرا او قليلا فاذا تتبعنا حاسة السمع بالتعويد والممارسة المقبولة مع غاية الاعتناء وجدنا فيها من التقدم والاستكمال نظير ما نجده في حاسة البصر وهذا القياس الحاصل بين المتقدمين له منفعة عظيمة في حد ذاته ويدل ايضا على صدق ملحوظاتنا الاولى وصحة نتائجها النافعة

وذلك أن حاسة السمع متى استكملت عند امة من الامم عرفت بها ما يوجد من التفاوت بين الاصوات ذات الخارج اى الالفاظ والمخاطبات ومتى تقدمت هذه الامة في الفنون والآداب صارت تلك الحاسة عندها بمثابة آلة مضبوطة للقياس بل هذه الحاسة تستكمل في الشخص الواحد بحسن التربية وبحسب ما يكون عليه من الاحوال وقد توغل اليونان في هذا الفن الذي به تكتسب حاسة السمع قوة واقتدارا على ادراك الاشارات الدقيقة من مسافات بعيدة وفاقوا في ذلك غيرهم من الامم حتى انهم كانوا اذا سمعوا صوتا ساذجيا عرفوا منه انغاما ومقامات لا يسعنا معرفتها من الاغانى المعروفة بعلاماتها وكانوا لفصاحتهم لهم في فن الموسيقى تنوعات كثيرة عجيبة وحسن انغام مطربة غريبة وسبب ذلك أنهم كانوا يعلمون اولادهم من صغرهم ويعودونهم على جعل كلماتهم آتية على طبق وحدة القياس الثابتة المحدودة حيث كانوا يعودونهم من مبدء امرهم على الانتظام في الكلمات والمخاطبات كما أن الفرجح الآن يعلمون اولادهم الانتظام في الاغانى على مقتضى الحان الموسيقى

وينبغي أن يكون منشأ ما اشتملت عليه لغتهم من المحاسن التي يستحسنها الاجانب وتأخذ بجماع البايهم انما هو اقامتهم بشأن المعارف واعتناؤهم بمطالعتها وذلك أن اللغات في الغالب تكون في مبدء امرها خشية فان الالفاظ التي تتركب منها الكلمات تكون خشية غير مألوقة وكذلك الكلام المتركب من الكلمات يكون اولاً خشياً خالياً عن المحسنات وحسن الانتظام وكل لغة تبنى على هذه الحالة الاولى مدة طويلة حتى يأتي لها عصر مناسب تكتسب فيه

حواس السمع عند المؤلفين وارباب الكتابة والانشاء في اقرب مدة لطافة ورقة جديدة تعرض لهم على حين غفلة حتى ان ما كانوا يستحسنونه من الاصوات المفردة او المركبة يصير عندهم من انكرها واقبحها فيسمونه من تاليفهم ويهملونه في مخاطباتهم فعند ذلك تجب الالهالي من هذا الاتقان العظيم والانتظام الغريب الذي ظهر لهم من هؤلاء المؤلفين والكتاب ارباب القرائح الجيدة فكأنه بهذه الطريقة حدث فيهم حاسة جديدة ومدركة قوية اتسرت بينهم واستكملت بها اعضاءهم وجوارحهم حتى كأن لسانهم كان ينتظر هذا الزمن ليستقدم فيه ويبلغ درجة كمال

ولامانع أن يقال ان مثل هذا التقدم الجديد لم يبلغ درجة كمال الاعند الرومانيين فان هذه الامة كانت اقلا قبيحة متبربرة وكانت مسامعهم خشية كعوايدهم ولغتهم وحشية جافية كطباعهم ولم يزالوا كذلك الى المحطاط دولة قرطاجة فلما اتول اعيانهم وتمكن الصلح في بلادهم ركنوا الى الدعة والبطالة ثم خلف هؤلاء المشاهير في اقرب مدة كآب من الالهالي اخذوا عن اليونان الذين استكملت فيهم حاسة السمع ما توشحت بحاسنه المغة اللاطينية من الاتقان الذي لم يكن معروفا عندهم الى ذلك العصر وما زال ذلك متداولا بينهم من تيرانسة الى بلوثة ومن ورجيل الى اتيوس ومن الخطباء العظام الى قيقرون وقل أن مضت مدة خالية عن هذا التحسين والاتقان بل كان جل اجتهادهم فيما تآخل هؤلاء المشاهير من الازمان انما هو في تحسين اللغة وتهذيبها والامة الرومانية بأسرها نسجت على منوالهم في هذا التقدم السريع المنتشر

ولم يكن استكمال الحواس بالنسبة الى اللغة الفرنسية دون ذلك في السرعة والاتسار والعيوب التي كانت قديما في لغة الفرنسية ومكثت مدة طويلة بدون اصلاح ولا تحسين لم تستقلها السماع اسلافهم ولم تعجبها طباعهم الخشنة ولم تزل كذلك الى ايام لويز الرابع عشر وبالجمله فالشاعر مالبير هو اول من اتقن في فرانس الاوزان الشعرية واصلمها

فظهر وقتئذ أن حاسة السمع استيقظت من غفلتها وافاقت من غمرتها ونشأ
بمملكة فرنسا الذوق السليم والادراك الصحيح في أيام كورنيل الشهير
الذي لم تزل أوائل كتيبه فيها خشونة اللغة بخلاف تأليفه المتأخرة فانها اسفرت
عن قواعد وملح غيل اليها الحواس والعقول معا ولكن الشاعر راسين توغل
في هذا الفن العظيم الذي من خواصه تحريك الحواس وتبهيجها بالاصوات
المؤلفة والالحن المتوافقة التي تجذب اليها النفس بما تحمده فيها من المطربات
وملح التخييلات

ثم ان محاسن اللغة المدققة في الكتب كانت موجودة قبل استكمال اللغة المعتادة
المتداولة على اللسان بمدّة طويلة كما أن فن التعبير عما في النفس في الجماع
الحافلة والخطابة على المنابر والتكلم في مجمع المحامين بما كتم القضاة وفي التيارات
الكبيرة مكث في التوحش والخشونة بعد ظهور محاسن الفصاحة والشعر
بمدّة تزيد على قرن

وقصارى الامر أن جماعة من الخطباء المشهورين وارباب الاعاب الماهرين
وصلوا بفن التكلم في الجماع العامة الى اقصى الدرجات وتركو الخطب
المذهبية (اي التي يبين فيها الخطيب مذهبه في الفصاحة لجماعة مخصوصة)
ولما كان هؤلاء الخطباء يترجون عما في الضمير لزمهم أن يتعلموا تنوعات
الاصوات ومقاماتها الطبيعية حتى يعبروا في كلامهم عما يقوم بالنفوس من
الوجدانات والاعراض النفسية فوصلوا بقرة هذا الفن الى اعظم عبارة تلايم
الطبع وتناسب ما في النفس وعودوا الاهالى على ادراك هذه العبارات
البسيطة وقبولها بحيث لو سمعوا الآن كلام خطباء القرنين الماضيين الذين
كانوا يأتون في خطبهم بما يلايم اهل عصرهم من المسار والخطوط النفسية
لمجته اسماعهم وفقرت منه طباعهم بل ربما رأوا أن هذه اللغة انما هي من لغات
الامم الخشنة المتبريرة مع انها كانت لسان اعظم خطبائهم الذين كانوا اذ ذاك
بمنزلة عظماء مؤلفي هذا العصر ومن ذا الذي كان يظن أن هذه اللغة يلزم
لهذيها وتحسينها مائة وخمسون سنة حتى ظهرت محاسنها وصارت لغة بديعة

عجيبة حيث وضعها الرباب القرائح الفاتحة والاذهان الرائقة فقله درهم من رجال
استحقوا المدح الجزيل والثناء الجليل بسلامة اذواقهم وجودة قرائحهم
وقد اسلفنا لك أن الانسان في صورة ما اذا تعسرت عليه الرؤية بحاسة البصر
يذل وسعه في الاصغاء بحاسة السمع ليدرك الاصوات البعيدة ومقامات
الالخان الدقيقة ومن هذا القبيل العميان الذين يعودون قوة اسماعهم على
ادراك انواع الدوى والغناء ومعرفة جميع الاصوات التي تظهر فيما حولهم
ولهذا الاصغاء منفعة عظيمة وهي عدم انقطاعه بتعطيل حاسة البصر وبعكس
ذلك قد يحصل احيانا أن من تعودت حواسه الخمسة على وظائفها يدرك بصره
كيفما اتفق منظر الاجسام وتبقى بقية حواسه معطلة بحيث لا يسمع ما يقال
حوله ولا يشم الروائح العطرية التي يتكيف بها الهواء بل ولا يحس باللمس
وهذا هو منشأ ما يستعمله مؤلفوا قطع التيارات والالعاب من الامور
السرية مفرحة كانت او محزنة ولكن لاجل أن تكون هذه الامور مواقعة
لمقتضى الطبيعة يلزم للناظر المتفرج أن يرى في الحاضرين الذين لا يلزم لهم
سماعها اشتغالا عنها بامور خارجية او بتفكرات نفسية حتى لا يسمعو
ما يقع حولهم من الاصوات المرتفعة جدا بحيث تسمع في المحافل الكبيرة
وقد تكون هذه الامور السرية بتلك المثابة بالنسبة الى حاسة البصر ايضا
وذلك اذا اشتد الاصغاء والقاء السمع بالكلية كما اذا سمعت كلاما فصيحيا خذ
لفصاحته بالالباب ويستميل القلوب اليه فان حاسة البصر في هذه الحالة
لا توصل الى العقل شيئا من وظائفها بل ربما يذهل السامع عن ذات المتكلم
نفسه بأن ينسى شخصه وتقاطيعه وحركاته ولا يلتفت الا الى مجزء كلامه
وفي دائرة الجمعية المنحصرة الضيقة يكون تأثير فن الكلام اقل فاعلية
عما اذا كان في دائرة جمعية متسعة ومع ذلك قد يرى فيها الناس يجيدون الكلام
اجادة تتحدث في النفس تأثرا بما ينبعث اليها بواسطة حاسة السمع من الانبساط
والسرعة بحيث ينسى ما ذلك ما تنفر منه الحواس الاخرى وتجه
ومن اهم المعارف بالنسبة للناظر يذ الحواس وانهمالك النفس مرة بعد اخرى

بحسب ما تقتضيه ارادة صاحبها على الاحساسات الجزئية اى احساس حاسة
البصر وحدها او حاسة السمع وحدها او احساس كل واحدة من الحواس على
حدتها وكذلك تعويد جملتها منها على أن تحس بعدة محسوسات في ان واحد
وتوصلها الى العقل فيحكم عليها ويميز بين اصلها وتاثيرها وبذلك يصير العقل
مدركا لجميع ما يصل اليه من المعارف على اختلاف انواعها ويمكنه بواسطة
احدى الحواس أن يدرك ما تقع فيه من الخطاء الناشئ عن ضعف حاسة اخرى *
مثلا اذا تأثر انسان من سماع صوت تأثر شديدا فانه يجتهد في كونه يعرف من
تقاطع صاحب هذا الصوت الذي افزع ما اوجب حيته وهيجانه من الاسباب
التي لا يمكن له علمها من الصوت الذي ازعجه

وكذلك صورة العكس وهي ما اذا ابصر الانسان خطيبا يترأى منه المهابة
والجاسة وتنجذب اليه النفوس فانه يبادر بالالتفات اليه ليسمعه مع الاصغاء
التام ولكن ربما ضاع هذا السعي سدى لان فصحاء الخطباء ومهرة اللاعنين هم
الذين يلقون الينا ما تأثر به نفوسنا من الامور العظيمة المتنوعة وان كانوا
تارة يرى شخصهم ولا يسمع صوتهم وتارة بالعكس

وقليل من الناس الذين يمارسون الفنون والصنائع من يستعمل قواه العقلية
فيستولى على العقول بفصاحته ويحجب السامعين بقوة عارضته ويستميل
اليه القلوب بتأثير عبارته بخلاف ما يليق بالانسان النافع لوطنه العارف بجلالته
نفعه من الكلام المعتاد المتداول على اللسان والمنظر الجامع بين السذاجة
الثابتة وكونه جليلا غير متكلف يقضى باستئمان صاحبه والوفوق به فان ذلك
يشغل من حساسة الخطباء وصحة النظر والهيبة والوفار على ما يوجب احترامه
واحترامه وظيفته ايجابا اكيدا بحيث لو اخل به احد عد ذلك منه خطأ كبيرا
يستحق عليه العقوبة فهذه الصفة الشريفة هي اللاتقة بحال من يعانى الفنون
والصنائع اذ بها يبلغ في اى جهة كانت ماله الحق فيه بين الجمعية من الدرجات
السامية والرتب العالية

وهناك طريقة اخرى في هذا المعنى تلايم رؤساء القبريات والورش بحيث

لونسجوا على منوالها في مخاطباتهم لاطاعهم من تحت ايديهم من الصنابعية واحترموهم وتلقوا ما يقولونه بالقبول فانك في اغلب الاوقات ترى رؤساء القبريقات بفرانسا صغيرة كانت او كبيرة يتشاجرون مع الصنابعية كثيرا ويسبونهم ويطلبون معهم الكلام من غير أن يصادف محلا ولا يترتب عليه فائدة بل ربما جرهم ذلك من الهزل الى الجد وأفضى بهم الى مجاوزة الحد في السب والفحش فيسمع لهم صخب وصياح شديد لا داعي اليه الا اسباب واهية ومقتضيات هينة فالأوفق حينئذ بالحكومة المضبوطة ذات القوانين المعقولة والاصول المقبولة أن تكون الاوامر في جميع اشغال الصناعة بسيطة واضحة موجزة العبارة يجتنب فيها التطويل الا بقدر الحاجة وبالجملة فلا ينبغي للرئيس أن يغضب او يصيح او يسب او يؤذي الصنابعية لاسيما بالضرب فان الضرب يجرد المضروب عن صفة الانسانية ويفضي به الى الاحتقار والهوان بل الواجب عليه أن يبين للصنائعي عيبه ويوقفه على حقيقة ذنبه ويعزله ما يستحقه على ذلك من العقوبة ولو شديدة فان ذلك أدعى لعدم خيبره وابعده لشكبه وتظلمه فان عفاهه الرئيس بعد ذلك تضعفت عند الصنابعي معزته وعظمت منزلته حيث صفح عن زلته وعدل عن اساءته وعقوبته فهذا هو ما يسمى عندى بيلاعة الصناعة حيث يتدارك به ما يقع من الخلل وينع من الحقد والغيط بل يبعث الصنابعية على محبة الرئيس والالتقياد اليه ومتى رأى الصنابعية رئيسهم ووكلاءه لا يكلمون الا عند الحاجة تأسوا بهم ونسجوا على منوالهم فيترتب على ذلك في القبريقات حصول الصمت التام والتفات كل انسان الى شغله والفرغ اليه بالكلية بحيث لا يشتغل بغيره ولا تتعالى آماله الا به فينشأ عن تفرغ الذهن واعمال الفكرة في اشغال الصناعة اتقانها وكمالها وعدم استغراقها من الزمن مدة طويلة

وبهذه الطريقة تتقدم الفنون بالسرعة ويكثر الشغل مع الاتقان لكن في القبريقات والمعامل التي ليست كسوق الفواكه الذي هو اشبه شئ بصرح بابل في تبليل الاسن وتنافر الاصوات

ولم أر أعجب في هذا المعنى مما وجدته في معامل الصناعة بانكثرة فاني دخلت جميع معاملها الاهلية وترساناتها الملكية وعماراتها البحرية العسكرية والتجارية فوجدت الصناعات بها على غاية من الهدوء والصمت ورايتهم متفرغين بالكلية لاشغالهم حتى انهم لا يلتفتون الى من يزورهم ولهذا الصمت قائدان الوفرة في الفنون الداخلية والنصرة في الفنون العسكرية

وذلك أن الجيوش التي تتعلم مع غاية الهدوء والصمت تصفى كل الاصغاء لنداء التعليم وتلازم الهدوء في جميع حركاتها وتكون رئيسة نفسها وثمره ذلك تظهر اتم الظهور في الحروب البحرية فان القتال في السفن هو اكبر الصناعة واعظمها لانه ينزم لادارة السفينة في البحر وتشغيلها وقت هبوب عواصف الرياح واهوال البحر واخطارها جلة من العمليات الميكانيكية الدقيقة الصعبة وكذلك اذا احتاجت لاصلاح ما عرض لها من الخلل وقت اطلاق نار العدو عليها فانها تحتاج لهذه العمليات ولا يمكن اجراء مثل هذه الاشغال مع السرعة والانتظام الا بواسطة الصمت والهدوء ولا مانع من ذكر وقائع بحرية اتصرف فيها من الامم من هو اشتد صمتا من غيره بملازمته للصمت وبماسلكه من الطرق التي حاقط عليها في خلال الاخطار ومكابدة الاهوال

وكثير من المبل من هو متعود بالطبع على الصمت اكثر من غيره كامم الاقطار الباردة من الولايات الشمالية فتجد اهل جنوبي فرنسا اكثر كلاما من سكان المركز كما أن سكان المركز اكثر كلاما من سكان الشمال

واهل فلندرة الفرنسية يحصل الصمت عندهم بأدنى اشارة وكذلك النورمنديون والبروتونيون الا انه لابد في تحصيله عندهم من نوع تعب ومشقة بخلاف الفسقونية واللغودية فلا يزال الانسان منهم السكون والصمت الا اذا كان يمكن من التحصيل والمهارة الجيدة واما اهل اقليم برونسة فتباح الحيلة في اسكانهم بعدد من المعجزات وقد عاينت ذلك بنفسي في الشغالة العسكرية الذين وجدتهم في شمال فرنسا وجنوبها

هذا الذي اقول انه لا يسعني أن امنع الغناء في الفريقات والاشغال كما منعت

فيما كثرة النقط والكلام

وذلك لان ما أسلفناه من الوزن والقياس يسهل على الانسان مشقة الشغل ويجفف عليه ثقل الحرب وصعوبة السير وشاهد ذلك أن العسكري اذا مشى على حركات صوت الطرميطة او المويسقي سهلت عليه الطريق واذا كان في الحرب وسمع صوت الآلات الحربية ازدادت حيمته وقوى نشاطه وهمته وكذلك الحزرات الذي يحرث الارض بحراثته تسهل عليه صعوبة اشغاله اذا مشى على حركات غنائه واوازن ترنماته والملاح يسلي اصحابه من الملاحين بالغناء فتذهب عنهم السآمة بسماع غنائه وبه تسهل عليه اشغاله البحريه وكذلك الصانع الميكانيكي فانه بالغناء والترنم يحاول اخفاء مشقة الحركات المتتالية المستمرة التي تستدعيها صنعتها فاللحان ولو كانت خشية قبيحة الترنم جدا فوثر اقرب الحواس من مركز الاحساس رياضة تسميل العقل وتجذب حركات النفس الى الآلة التي عليها مدار شغل الصانع حتى تكون عظامه وجوارحه في ذلك الشغل بمثابة عتلات وحبال لانهاية لها لينج عن عمله محمولات واحدة وكل شغل يستدعي اجتماع عدة شغالة فلا بد أن يفتي فيه احدهم بغناء موزون يسمعه الباقي حتى تزداد قواهم وهمتهم ويوفوا بشغلهم مع السرعة بدون سآمة ومن هنا كان مدار اشغال الننون والصنائع على المويسقي حتى ان القدماء الذين كانوا يبينون حقائق الاشياء باشارات وعلامات تدل عليها اهلوا ان الاحجار التي كان يبنى بها سور مدينة طيبة كانت ترفع وتوضع في محلها عند ترنم انقيون بالاغاني والالحان حيث كانت مطربات صوته الحسن تسهل في هذه العمارة الكبيرة على الشغالة ما كانوا يكابدونه من المشقة ومعاناه العمل

ولما بينا تأثير الكلام وتقدماته الناشئة عن استكمال حاسة السمع ناسب أن نردف ذلك بالكلام على التقدّمات الحاصلة عن الغناء والمويسقي وبيان تأثيرهما في طبيعة الشغالة وطبائع الامم فنقول

ان القدماء كانوا يقصدون بتعليم اولادهم فن المويسقي تهذيب اخلاقهم التي ربما كانت تكتسب الخشونة واليأس من رياضاتهم البدنية الشديدة

فكانت الموسيقى احد اصول التمدن عندهم لما انها اخذت في الظهور على
الحيوانات المهولة وذلك بانغمات عود اورقة ثم هذبت اخلاق اوائل سكان
احدى ولايات الدنيا العظيمة وسهلت عليهم اشغالهم وزادت مسارهم
وحظوظهم وبواسطة العود المذكور تطبقت عليها اشعارهم بالتحسين وحسن
التوقيع وصارت بها اعيادهم ومواسمهم تأخذ بالالباب وتبدى من انواع
خالص الطرب العجب العجائب

هذا ولا مانع أن الامة الفرنساوية لو حاولت هذا الفن ومارسته حتى بلغت
فيه ولو درجة متوسطة لم يكن هنالك من الامم المتقدمة من يضاهيها في تقدماتها
في ذلك او يذانيها في سلوك تلك المسالك وليس عدم التفاهم الى الموسيقى
قصورا منهم اذ فهم من ارباب الفنون والصنایع الماهرين من يطربهم بحسن
انغامه وانشاده عليهم اشعار النسيب وما في معناها ومنهم من يشرح حيتهم بأشعار
الحماسة ونحوها وفيهم من يتأثر طربا بسماع الاغانى والالخان واقل من أدخل
عندهم فن الموسيقى هو شرلمانيا وبعد ذلك بقرنين لما اجتمع الفرنساوية
والنورمندية وأرادوا التغلب على انكلترا ساروا الى قتال العدو في الغزوة
التي انتصروا فيها على الانكليز وانشيد الحماسة تقودهم حيث كانت تشد
أمامهم قصيدة رولاند كما كان عليه اسلافهم الاقدمون ولم تزل ذرية هؤلاء
الابطال تحذو حذوهم في جميع الوقایع الشهيرة التي حصلت في الازمان
المخلدة المذكور حيث وقع ذلك منهم واغانى النصره واشعار الحماسة تشد
بين ايديهم

وبما ذكرناه لا ينبغي أن يظن بالفرنساوية أن عدم قبولهم لمثل تلك الموهبة
الالهية لا اختلال في بعض حواسهم بحيث تكون لا قابلية فيما يسماع الاصوات
الخالصة من الموسيقى المحكمة ولا لاسماعها غيرهم اذ التجربة تقضى
ببطلان هذا الظن حيث انه يشاهد الآن انه يخرج من فرانس عدة مغنيات
ومغنين يميلون بالطبع الى ما هو جار في عصرنا هذا من اعتقادات الصبيان
واوهامهم وليس عليهم في الوصول الى درجة الاسطوانات الماهرين بالبلاد

التي وراء الجبال الآن يلحقوا بأواخر اسمائهم احدى حروف ثلاثة من حروف لغتهم المتحركة وهي آ و أو و اى والاخيرا كثرها استعمالا في ذلك فلو كان يمكن منع الاطفال القرنساوية من مبدء صغرهم عن سماع الاصوات المختلفة حتى يرتب لهم معلون يعلمونهم فن الموسيقى لغنوا على طبق اصول ذلك الفن بدون احتياج الى كبير ممارسة لكنهم من حين ولادتهم تلاعبهم داداتهم والمرضع ويغنين لهم باصوات واهوية تجهمها السماع البكار وتتضرر منها كل الاضرار فكيف بالرضعاء الغضة اجسامهم اللينة اعضاءهم بل قد يسمعون في كنائس مدن فرانسا وماراتهابل وفي تياتراتها من هوكل الرضع والدادات في قبح الصوت ورداءة النغمة

واتما بلاد ايطاليا فالامر فيها بالعكس فان الاطفال من حين ولادتهم لا يسمعون الا اصواتا لطيفة رقيقة تطمع في آذانهم حسن نغمة لسان كلهم موسيقى فلا يسمعون في الخارات والهياكل والتمازات الا اصواتا خالصة متناسبة فبذلك تتررب فيهم حاسة السمع من نفسها بخلاف الاطفال القرنساوية فيلزم لذلك فيهم أن ينسوا ما سمعوه حال صغرهم اولامن الاصوات المختلفة ويحسوا من حافظتهم جميع ما انطبع فيهم من آثارها

و يلاحظ في هذا المعنى ايضا أن استكمال القوى البشرية متوارث وليس هذا مقصورا على النوع البشرى بل هو عام في سائر الحيوانات فقد ثبت عند الصيادين منذ مدة طويلة أن الكلاب الصغيرة المتعوده على الصيد اكر صلاحية من غيرها من الكلاب الصغيرة التي لم تتعود على الصيد ولا تتبع المصيد وجلبه وكذلك صغار الحيوانات الوحشية تكون مثل بكارها في التوحش فلواخذت من مبدء صغرها وتربت مع حيوانات صغيرة من نوع الحيوانات الوحشية الا أن اصولها كانت قد تربت في التأنس حتى صارت اهلية لتطبع بطباع مختلفة بين الوحشية والاهلية لا توجد في الحيوانات التي تربت معها فكذلك الاطفال المتناسلة من امته لم تتعود على الغناء الايسيرا يكونون في هذا الفن على اقل قليل من الضبط والسهولة

فهذا هو السبب في كون الفرنسية لا يمكنهم أن يغنوا مجتمعين او منفردين الا اذا مارسوا هذا الفن بالتعلم مدة طويلة بخلاف الايطالية والتمساوية فان عاصمتهم يعرفون ذلك حتى المعرفة بدون احتياج الى موقف والذي أراه أن هذا العيب الذي يجنس بالامة الفرنسية بالنسبة لغيرها من الامم يمكن ازالته في اقرب وقت وذلك بمنع الاكاديمية النفاة عن الضرب الابالات مضبوطة حتى يمكن بواسطة بعض دروس أن يحصل ولومن العيان على شيء من الضبط والانتظام في فن الموسيقى الذي هو اقوى ما يؤثر في الاسماع المدركة للالحن ولا عبرة بمن لا يعرف من أول وهلة منفعة هذه الاهتمامات واهميتها كيف وهي مما تكسب الاخلاق حسنا ولطافة وتورثها بهجة وظرافة ويرد بها ارباب الفنون والصنائع في الحظ موارد راقية وتذهب بهم من انبساط النفس الى مناهل عذبة سائغة تجامع رقة طباع ارباب الرغبة وتمازج لطف اهل المودة والمحبة فالحق من لا يدرك منفعة هذا التغيير وطيب ثمرته وما اجهل من لا يشعر بعظيم اهميته وحسن فائدته

ولنختم الكلام فيما يخص الذوق بالنسبة لفن الموسيقى عند الامم المتبررة والامم المتمدنة ببيان ما ثبت لهذا الفن من التقدم الشبيه بما اسلنناه في شأن الاشكال والالوان فقول

انه لاجل الكلام على حاسة السمع عند الامم المتبررة وتشغيل قواهم الخشنية نقول انه يلزم لهم اصوات مزججة وغناء مهولة كصوت الصبح عند العثمانية وهو المعروف بالتقارية وصوت الطبل المعروف بالبلدى عند اهل افريقية قري الخشنة منهم عند سماع اصوات هذه الطبول المزججة يتقض على العدو عند الهزيمة ويذبحه ويأخذ جثته ليهديها الى حاكمهم المطلق التصرف فيعملها اليه مع الشم والتعاطم فيقبلها منه احسن القبول واما الامم التي على شطر من التمدن فان الشعور ببعض الفنون المستطرقة عندها يحدثان في الشخص تأثرا وانفعالا بالااصوات التي لم تبلغ نهاية الخشونة والتنافر اما ترى أن من مارا القربة عند الكاليدونية ومن مارا البرونسية

الذي ليس له الا ثلاثة تقوي وطبل الباسكية هو ما اختاره هؤلاء الامم من الآلات وكذلك نوبة موميس فانها وان كانت اقل تأثيرا واخفض صوتا الا انها مألوفة مرغوبة فقد كانوا يصحبونها بمن ينشد عليها المدائح من شعراء المدح ويحملون على جيوش الاعداء حلة منكزة بدون مبالاة ولا تدبر وفي اليوم الثاني حين يدعو الغالبون المغلوبين الى حضور موسم النصر لا تجدد عندهم الالهة النوبة فهي التي عليها المدار في مواد افراح النصر من الرقص والسباق والغناء والالعاب التورنوازية هـ كذا كانت اذواق اهل القرون الوسطى وحفظوهم

واما الامم الكاملة التمدن التي كان فيها الانسان من مبدء صغره يتعود على صرف حياته فيما يقتضيه حب الوطن فلم تكن كذلك بل كان دأبها ملازمة الصمت وسكون الشجعان فلم يكن لجيوشهم القوية الملازمة للسكون طبق الاصول الا حركة الفكر والتدبير لا حركة الجية الغضبية و كانوا يتوجون بالازهار كل من طلب من العساكر حيازة الفخر ولو بالموت وكانوا يقربون القرابين العديدة للموز (وهم عند القدماء آلهة الآداب وكانوا تسعة) وكذلك للغراس (وهن صواحب الزهرة ويعنون بهن محاسن الحياة) ويشهرون على العدو اسلحتهم المزمومين نصرتها وتوحيها بشجر الغار فكانوا لاجل منع الخشونة أن تفضي بهم الى الجية والاختلال يسيرون الى القتال على نغم الآلات المطربة وهكذا شأن الابطال اذا ارادوا الطفر بالعدو يبدلون وسعهم حتى لا تغلب عليهم الجية واضطراب الحواس في واقعة ترموبولس (التي كانت بين اليونان والعجم) ملك ليونيداس (ملك اسبرطة) واصحابه وكانوا ثلثمائة رجل من ذلك مسلحين باستحقاق بقاء الشهرة وتخليد الذكر قبل أن يتحقق لهم ذلك بالفعل ويتركوا للناس بعدهم ما يجب أن يتأسى به على مدى الايام في صفى الشجاعة وحسن الاخلاق الناشئين عن التربية التي بها تكمل العقول وتتقوى القلوب وتتكامل جميع الحواس وبما أبدىناه في هذين الدرسين من الادلة الناقصة يتبين لك ما ينشأ عن الاهتمام

الذى به يقل نقصان الحواس ويضمحل بالتدريج ضعفها من التعلم واكتساب المعارف عند جميع افراد الناس على اختلاف درجاتهم وتبين ايضا انه بواسطة هذا التعلم المنتظم يمكن الزيادة فى اصلاح الجسم والعقل واستكمالهما معا وكما تقدمنا فى تكميل الآلات التى تنوب عن ضعف اعضائنا وعدم استكمالها استكشفنا استكشافات جديدة واتسعت عندنا دائرة المعارف البشرية وكذلك كلما اكملت الحواس التى هى آلات طبيعية للعقل اتسعت دائرة الامور الخارجية التى يمكن للعقل ادراكها والوصول اليها وكلما ارتقت الحواس درجة فى الاستكمال ثبت نظيرها للاعمال العقلية وبذلك تكون سلطنة العقل مؤسسة على قواعد صحيحة ودعائم متينة

ومن هنا يمكن لكل انسان أن يرقى فى المعارف الى أعلى درجة وكذلك كل امة يمكنهم أن تتقدم فى الصناعة تقدما عظيما وتتسع عندها دائرة التمدن وان تكون فى اول درجة بين الملل المتحدى بها فى شرف النوع الانسانى ونفاره فهذه هى الدرجة التى ينبغى أن تكون جميع مجتهوداتنا وسائر رغباتنا مبذولة فى تحصيلها بالبلادنا وابناء ملتنا * ولا ينبغى أن يكون ما عليه هذا الغرض من فرط العظم وبعد المال مرهبا لضعفنا ومانعا لنا عن التثبت بتحصيله فان كل من جد وجد وبقدر اجتهاد المرء وقابليته * يحوز من ذلك الغرض على حسب طاقته * فلنجمع لاجله مجتهوداتنا * ونظم انيله رغباتنا * ولاجل الاستمرار وعدم التثبيد * ثناب فى النجاح التردد والقنوط

(الدرس الثالث)

(فى الكلام على قوى الانسان الطبيعية)

لا يمكن للانسان أن يستعمل قواه الطبيعية فى غرض من الاغراض الا فى مدة قصيرة من الزمن فهو محتاج لتعويض ما قدمه منها بالشرب والاكل والنوم وبالاسترخاء حال اليقظة واغلب الناس لا يعوّض ما فقد من قواه بالنوم الا مرة واحدة فى كل اربع وعشرين ساعة أعفى مدة الليل كاهل الارياف وكثير من ارباب الصنائع واولاد البلد المقيمين بالمدن الكبيرة واتما اكابر

الناس فيعدون الجزء الأول من الليل للسهر وصرف القوى في المسامرات
والحفظ لا في الشغل بل في زمن الصيف تجد كثيرا من ارباب البطالة لا ينتم
الا في النهار فقط

وفي بلاد الافرنج كثير من الشغالة يجبرهم حرفهم وصنائعهم على الاشتغال
في الليل دون النهار ك ارباب الصنائع الدينية التي يحل ذكرها بالأدب
فانهم لاجل الطمأنينة والامن على أنفسهم لا يشتغلون بها الا في الليل
طلباً للستر

ولا يخفى أن الاشتغال الليلية لا تلائم الصحة كالاشتغال النهارية لان ضوء الشمس
مما ينشئ الشغال ويقويه

وفي البلاد الحارة كجنوب ايطاليا واسبانيا والبرتغال يضطر الشغالة
في مدة الصيف الى ترك العمل وقت الظهيرة عند اشتداد الحر ولا يستغفون
حينئذ عن النوم وهو ما يسمى بالقيلولة وبعد هذا النوم القصير بالنسبة
لنوم الليل يعودون الى العمل باجتهاد وهمة جديدة

ثم ان الانسان في الاوقات التي اعدها للعمل تارة يلزمه أن يعمل عملاً وقبلاً
كبيراً في مدة قصيرة منها وتارة يلزمه ادمان العمل في جميعها
واقل الاعمال كلمة على الانسان هو مشيه بدون أن يحمل شيئاً غير جسمه

واذا سار الانسان السير المعتاد قطع في الساعة الواحدة المسافة التي
ك ان يعتبرها الاقدمون وحدة قياس لتقويم المسافات السفرية وهي
الفرسخ لكن مما يستبعد العقل ك كون الفرسخ عندهم كان على اثني
عشر نوعاً مختلفة أقصرها فرسخ البريد أي البوسطة فانه من الطول على
٢٠٠٠ فوازه أي ١٢٠٠٠ قدم وهو تقريباً ٤٠٠٠ متر أي ٤

ك كيلومترات فاذن الكيلومتر ربع فرسخ من فرائخ البريد ثم الفرسخ الذي
تعادل الدرجة منه ٢٥ فرسخاً معتاداً أي ٤ $\frac{1}{4}$ كيلومتر ثم الفرسخ
الجري الذي تعادل الدرجة منه ٢٠ فرسخاً معتاداً وهو يساوي
٥ $\frac{1}{4}$ كيلومتر

وفي عدة اقاليم من اقاليم فرنسا يطلقون القرحح على المسافة التي يقطعها
المسافر الراجل المسرع في السير الذي لا يحمل شيأ في ساعة واحدة وهو دائماً
يزيد على فرسخ البريد واقل ما تبلغ زيادته النصف فعلى ذلك يقطع المسافر
الجاذ في السير في الساعة الواحدة ٦ كيلومترات اذا كانت طريقه
مستقيمة فتكون مسافة سيره في الدقيقة الواحدة ١٠٠ متر ومقدار
الخطوة في الطريق المذكورة ٨ ديسيمترات فعلى ذلك يقطع المسافر
في الدقيقة الواحدة ١٢٥ خطوة وفي الساعة ٧٥٠٠ خطوة
فيمكن للمسافر أن يسير في كل يوم ثمانى ساعات ونصف ساعة بدون أن يضطر
بصحته ولا يقواه

وقد دلت التجربة على ان المسافة المتوسطة التي يقطعها المسافر في اليوم
الواحد بدون تعب ولا مشقة تبلغ ٥١ كيلومترا
وزنة المسافر المتوسط مع ملبوساته المعتادة تبلغ ٧٠ كيلوغراما في اليوم
الواحد يتقل المسافر ما يعادل ٧٠ كيلوغراما في مسافة تساوى ٥١
كيلومترا او يتقل ٣٥٧٠ كيلوغراما في مسافة كيلومتر واحد
وليس جميع الناس في السير على حد سواء فان أهل الارياض وسكان المدن
الكبيرة اشد في السير من غيرهم لانهم معتودون على قطع المسافات
الطويلة دون غيرهم
وللترية دخل عظيم في الثمرن على السير كما سنذكره في الكلام على العساكر
الرومانية

وذلك أن تعود الجال على المشى معدود من الاصول الجهادية التي يترتب عليها
النجاح والظفر كما يشير الى ذلك مارشال دوسكس بقوله ان فن الحرب
في السيقان وغرضه من هذه العبارة بيان أن المشى له تأثير في العمليات
العسكرية فلذا كانت قوانين الجهادية تعنى اتم الاعناء بتعيين طول الخطوة
وسرعتها ثم تبين المسافة اليومية

فالخطوة عند الجهادية اربعة انواع العادية والسريعة والسفريه وخطوة

المهجوم * فالعادية هي ابطأ الجنيح فان العسكرى لا يقطع منها في الدقيقة الواحدة الا ٧٦ خطوة وطولها ٦٥ ستمترا ومثلها في الطول السريعة ويقطع منها العسكرى في الدقيقة مائة خطوة والسفريه دونها في السرعة يسير واتما خطوة الهجوم فهي قريبة من خطوة المسافر الراجل الذي يقطع في الدقيقة الواحدة ١٢٥ خطوة وينتج من ذلك امور أحدها أن الجيش اذا سار بالخطوة العادية لا يقطع في الساعة الواحدة ٣ كيلومترات كاملة (بل يقطع ٢٩٦٤ مترا) * ثانيها انه اذا سار بالخطوة السريعة يقطع في الساعة الواحدة ٤ كيلومترات تقريبا * ثانياً انه اذا سار بخطوة الهجوم يقطع في الساعة الواحدة ٦ كيلومترات تقريبا

وبين العساكر الانكليزية والعساكر الفرنسية تفاوت عظيم في النوعين الاولين فان العسكرى من عساكر الانكليز يسير بالخطوة العادية في الساعة الواحدة ما يزيد على نصف كيلومتر وبالخطوة السريعة ما يزيد على كيلومتر بخلاف العسكرى الفرنسية فانه دونه في ذلك ويسير الانكليزى ايضا بخطوة الهجوم في الساعة الواحدة ٥ $\frac{1}{4}$ كيلومترات ولكن في صورة ما اذا اقتضى الحال أن العسكرى يسير على هوى نفسه بحيث يكون في سيره حراً غير مكلف يفوقه الفرنسي الانكليزى كما يفوقه ايضا في التجلدة على اتمان السير والمواظبة عليه في صورة ما اذا كان مكلفاً بنوع مخصوص ومنشأ ذلك عدم تعود الانكليزى على السير ارجلاً

وقد كان الرومانيون الذين كان معظم اشغالهم الحرب والقتال يرون أن استيلاهم على الدنيا بتمامها متوقف على تعويد عساكرهم على ما ليس عند غيرهم من القوة والسرعة في السير فادر كوا بذلك من الاغراض العظيمة ما تستبعده العقول الآن ولا يكاد يصدق ان انسان وقد ذكر المؤلف وييس في كتابه الذي ألفه في الخدمة العسكرية الرومانية أن العسكرى من عساكر الرومانيين كان في مدة التعليم يقطع عادة في ظرف خمس ساعات مسافة ٢٠

فرحنا فصاعدا الى ٢٤ مع حمله من الانتقال مايساوى تقريبا ٢٩ كيلوغراما الى ٦٠ وطلا افرنجيا وذلك بالنسبة الى العشرين فرسخا التى هى ثلاثون كيلومترا يساوى كمية ٨٧٠ كيلوغراما تنقل الى مسافة كيلومتر واحد وبالنسبة الى الاربعة والعشرين فرسخا يساوى كمية ١٠٤٤ كيلوغراما تنقل ايضا الى مسافة كيلومتر واحد

فى الصورة الاولى كان العسكرى من الرومانيين مع حمله لهذا النقل العظيم يقطع ٣٠ كيلومترا فى خمس ساعات اى انه كان يقطع فى الساعة الواحدة ٦ كيلومترات وذلك يزيد كيلومترا على سير العسكرى الانكليزى بالخطوة السريعة

وفى الصورة الثانية كان مع حمله للنقل المذكور يقطع ٣٦ كيلومترا فى خمس ساعات اى انه كان يقطع فى الساعة الواحدة ٧ كيلومترات وخمس كيلومتر بمعنى انه كان يقطع فى الساعة الواحدة مايسمى الآن بالوسطة اى البريد

وعليه فالعسكرى من الرومانيين بالنسبة لسيره وحمله النقل المتقدم يضاهى تقريبا سرعة سير عربات السياحين التى تسير فى طرق فرانس المحتلقة وما ينبغى التنبيه عليه أن الذين كانوا يسرون هذا السير السريع من الرومانيين كانوا جيوشا كاملة لا اناسا متفرقين كل على حدة

ويمكن أن نعرف بالسهولة المنافع التى عادت على الرومانيين من هذه السرعة العظيمة التى اكتسبتها عساكرهم فى السير ولولا خشية المعارضة لقلت ان طائفة المشاة المؤلفة من مثل هؤلاء العساكر هى كطائفة الخيالة الحقيقية لوجود سرعتها المتوسطة فيها فن ثم ترى فى تاريخ قيصر (رئيس جمهورية الرومانيين) أن جيوشه كانت تجول فى بلاد الغلبة من جهة الى اخرى مع السرعة الشديدة وتقابل اعداء كثيرين وتواجههم بالانغارة وكانت فى أغلب الاحوال تظفر بهم بسبب هذه السرعة

ولم يتفق لاحد من رؤساء العسكرية في الاعصار المتأخرة انه أزم جيشه
بالاسراع في السير اكثر مما عينته في ذلك اصول الجهادية مما يلازم حفظ قوى
الانسان ولا يضر بجيسته وقد اقتضى الحال غير مرة أن الجيوش الفرنسية
في الحروب الاخيرة أبدت في سيرها العجب العجيب من حيث السرعة وطول
المسافة الا انهم لعدم اعتنائهم بشأن المؤونة والنوم والنعال والملابس
العسكرية عاد ذلك عليهم بالضرر فانهم مع نصرتهم على العدو هلك منهم
اكثر مما هلك من المغلوبين

ويؤخذ مما ذكرناه من التماسيل السيرة انه يرجى تكميل السير
العسكري بحيث يبلغ درجة الكمال فانه لا مانع من تجديد غرائب الرومانين
في هذا المعنى او ما قارب ذلك بقدر الامكان حسبما تقتضيه احوال الاعصار
المتأخرة من الرفاهية وحسن التربية في انتظام الجيوش

وذلك اتفقوا بلنا الان سير العساكر الرومانية بسير اقوياء الشغالين من أهل
عصرنا كالعثالين والخررجية الطوافة ولم تقتصر في ذلك على اعتبار مجرد
السير الى مسافة بعيدة غير ملتفتين الى ما معهم من الاثقال المحملة بل
لاحظناهما جميعا كان حاصل ضرب الثقل في المسافة المقطوعة هو عين النتيجة
النافعة المطلوبة للعامل

وقد بحث المهندس الشهير كلب صاحب المعارف الوافرة الذي أبدى
فيما يتعلق بالقوى البشرية عدة ابحاث مفيدة سبأ في الكلام عليها
تفصيلا فلم يجد في الجمالين من يتقل من بيت الى آخر مسافة ما بينهما
كيلومتران اجمالاً زنة كل حمل منها ٥٨ كيلوغراما اكثر من ست مرات
في اليوم الواحد

وهذه المسافة التي يقطعها الجمال ست مرات في اليوم عبارة عن ثقل ٥٨
كيلوغراما ست مرات الى مسافة تبلغ كيلومترين او ثقل ٦٩٦
كيلوغراما الى مسافة كيلومتر واحد

فاذا فرضنا الان ان العسكري الروماني كان مجبوراً على أن يعمل في سيره

عمل الجمال قلنا انه لا يتقل في الواقع ونفس الامر الا نصف ما يتقله الجمال ولا يمكنه أن يرجع ما شيا على قدميه لنقل حل آخر من مسافة كيلومترين الى اخرى مثلاً وانما كان يحمل ما يساوي ١٠٤٤ كيلوغراما في مرة واحدة الى مسافة كيلومتر واحد بخلاف الجمال فانه لا يحمل الا ٦٩٦ كيلوغراما وعليه فالعسكري من الرومانيين كان يسير في ظرف خمس ساعات مسافة كيلومترين ثمانى عشرة مرة في مقابلة ما يقطعها الجمال في اليوم بتمامه اثنتى عشرة مرة نصفها بالجل ونصفها بدونه

وقدر آى كلب بمقتضى ابحاثه أن الخردجى الذى يطوف بيضاغته في طرق فرانساً يمكنه حمل ٤٤ كيلوغراما ونقلها الى مسافة ٢٠ كيلومترا بمعنى انه يتقل ٨٨٠ كيلوغراما الى مسافة كيلومترا واحد وذلك أقل من عمل العسكري الروماني الذى يقطع مسافة ٣٦ كيلومترا مع حل زنته ٢٩ كيلوغراما واكثر من عمل الجمال

فاذا أضفنا الى عمل الجمالين حاصل ضرب ثقل اجسامهم في المسافة المقطوعة وجدنا مقدار المادة المنقولة في اليوم الواحد يعادل كيلومترا واحدا الى مسافة ربع ساعة تقريبا

فالمسافة بالنسبة للفرنساوى السائر بدون ثقل = ٣٥٧٠ كيلومترا وبالنسبة للعسكري الروماني الحامل لثقل زنته ٢٩ كيلوغراما = ٢٩٧٠ وبالنسبة للفرديجى الحامل لثقل زنته ٤٤ كيلوغراما = ٢٢٨٠ وبالنسبة للعتال الحامل ٥٨ كيلوغراما = ٢٣٧٦

فترى في النتائج الثلاث الاول أن مقدار عمل الانسان يتقص بزيادة الحمل فحينئذ لا تكون كمية العمل اليومية ثابتة على حالة واحدة وفاقا لما قاله دانيال برنولى احد مشاهير علماء الهندسة والطبيعة

واول من عرف التفاوت الذى يوجد في مقدار العمل مدة اليوم بتمامه هو الشهير كلب واستنبط ذلك من استعمال قوة الانسان مدة يوم كامل على الوجه والسرعة اللذين بهما تنتهى تلك القوة

ثم انه من الآن فصاعدا ينبغي مزيد الاهتمام بالملاحظة والبحث عن كل مادة تعود بالنفع التام على اشغال الفنون الميكانيكية فيجب على رئيس المعامل وناظر الورش والفبريقات أن يسعى في تحصيل ما لا بد منه للشغالة مع المحافظة على القوى حسب الامكان فيلزمه أن يعرف حق المعرفة من الوسائط ما يترتب عليه في جميع الاحوال نتيجة عظيمة لاحتياج الى صرف كثير من القوى

ولترجع الى الكلام على نقل الاثقال فوق ظهور الرجال والسير بها على طريق اقضية اى على ارض مستوية فنقول

قد أثبت كلب بما أبداه من الملاحظات هذه القاعدة الآتية وهى انه متى جعلت كمية السير الواقع من الانسان الذى لا يحمل شيأ قاعدة فالاثقال التى يحملها تكون مناسبة لما يقدم من تلك الكمية عنده سيره وهو حامل للاثقال المذكورة

فاذا فرضنا أن الجمال لا يسير الاحمالا دائما كالخردجى الذى يطوف الطرق الكبيرة كانت زنة الحمل المعادل لكمية العمل اليومية على ما أثبتته كلب ٥٠ ر ٤ كيلوغرامات وكانت المسافة التى يقطعها وهو حامل لهذا الحمل تزيد على ١٨ كيلومترا وعليه فأقصى ما تبلغه قوته اليومية يعادل ٩١٩ كيلوغراما تنقل الى مسافة كيلومتر واحد

ومن المعلوم أن هذه النتائج لاتفاوت بينها وبين النتائج التى أثبتها ارباب الصنائع للخردجية الطوافة الابل مقدار يسير وذلك أن احمالهم لاتنقص عن الحمل المعتاد الابل مقدار $\frac{1}{4}$ وكذلك النتيجة النافعة التى يبدونها هؤلاء الخردجية لاتنقص عن اعظم نتائج الجمالين الابل مقدار $\frac{1}{2}$ ولعل هذا الجزء الناقص الذى هو $\frac{1}{2}$ انما نقصه الخردجية قصدا لتقص يومية عملهم جرأ يسيرا لانجزؤوا هم عن تأديته لانه بهذه الطريقة يمكن للانسان اذا ضعفت قوته في بعض الايام عن العادة أن يتم سيره المعتاد مع حملا المعتاد بدون أن يفقد جميع قوته

وهذا من خواص النتائج الكبيرة والصغيرة التي يمكن بها تغيير مقدار المواد التي
تركب هي منها بدون أن تتغير النتيجة المطلوبة كما ذكرناه من المهم لأرباب
الصناعة معرفة الخواص التي يترتب عليها اعظم النتائج فان الاستدأ بمثل تلك
الخواص المنتجة لهذه النتيجة العظمى يعطينا سعة وفسحة عظيمة بحيث
يكون في وسعنا تغيير المواد الاصلية بدون أن يحصل في النتيجة تغير لا يقدر
معلوم

ولك أن تثبت هذه المسئلة المستبطة من مثال الجمال بوجه آخر بان تفرض
أن هذا الجمال يحدد من نفسه الحاجة او الميل الى حمل ثقل اقل من حمله المعتاد
لكن مع صغر المسافة فعوضا عن كونه مثلاً يحمل حملاً قدره ٤٤ كيلو غراما
يحمل حملاً قدره ٥٣, ٦ كيلو غراما وهو يزيد على الحمل الكبير المعتاد
بمقدار $\frac{1}{18}$ فتجد حينئذ نتيجة نافعة تساوى $\frac{1}{4}$ ٩١٦ كيلو غراما
فهى اذن لا تنقص عن النتيجة الكبرى ولا يقدر $\frac{1}{44}$

وهذه الخاصية المهمة الثابتة لتلك النتائج الكبيرة والصغيرة انما يعرفها حق
المعرفة من له رسوخ قدم وفرط مهارة في حسابات التفاضل والحسابات البالغة
مقادير كاملة واتما من كان في معرفة تلك الحسابات على درجة لا تصح
في الوقوف على حقيقة هذه الخاصية فينبغى له أن يتلقاها بالقبول ويأخذها
قضية مسلمة وانما نهم بيان أهميتها وتوضيح حقيقة ما بعدة أمثلة متنوعة
فنقول

اى مانع من العدول عن فرض ان الجمال لا يسير الاحمالا الى تقسيم يومه الى
ذهاب واياب يكون فيما على الدوام حاملا وغير حامل فيغير بذلك موضوع
المسئلة فاذن لا تكون النتائج واحدة في صورة ما اذا أريد معرفة النهاية الكبرى
التي يحدثها الانسان باستعمال قواه مدة يومه ويكون الحمل الذي يحمله الجمال
كيلوغرام كيلوغرام

مساويا ٢٥, ٦١ وهذا في النتيجة الكبرى عبارة عن ٤, ٦٩١ منقولة
الى مسافة كيلومتر واحد

وقد شاهدنا أن الجمال الذي لا يعمل إلا بموجب قوانين الصناعة انما يرغب في حمل متوسط يبلغ ٥٨ كيلو غراما وهذا الحمل لا تفاوت بينه وبين الحمل المعتاد الا بمقدار $\frac{1}{4}$ لكن مقتضى ما ذهب اليه كلب أن كمية العمل الكلية لا تفاوت بينها وبين النتيجة الكبرى الا بمقدار $\frac{1}{49}$ وذلك مما يؤيد أن النتيجة سواء كانت كبيرة او صغيرة تثبت لها خاصية التفاوت اليسير جدا بينها وبين اصولها المترتبة هي منها لم تتجاوز تلك الاصول بعض حدودها وحيث تكلمنا على صورة ما لو فرض أن الانسان يسير في طريق افقية حاملا او غير حامل وجب ان تتبع ذلك بالكلام على كمية العمل التي يحدتها في صورة ما اذا سار في طريق منحدر او صعد على نحو سلام مبتدئين بالصورة الاخيرة من هاتين الصورتين فنقول

ان المهندس كلب الذي لا يزال نستمد منه كثيرا من المعارف التي تصلح أن تكون قاعدة لهذا الدرس حدد على الوجه الآتي كمية العمل التي يحدتها الانسان حال صعوده على السلاسل بدون أن يحمل شيئا فجعل مقدار الارتفاع الذي يصعده في الدقيقة الواحدة على سلام لا يزيد ارتفاعها الكلي على ٣٠ مترا ١٤ مترا

فاذا قلنا ان الحمل المتوسط يعادل ٧٠ كيلو غراما مكررة أربع عشرة مرة ومرفوعة الى مسافة متروا حدد ذلك على كمية العمل التي يحدتها الحامل حال صعوده على سلام افرتجية في ظرف دقيقة واحدة فاذا قلنا ايضا انه يمكنه المتابعة على هذا العمل مدة أربع ساعات من الاربع والعشرين ساعة كان قياس كمية عمله اليومية ٢٣٥٠٠٠ كيلو غرام مرفوعة الى متروا واحد من الارتفاع وهذا التحديد الذي ذكره المهندس المذكور انما هو بمثابة نتيجة فرضية بسيطة وسيأتي لك في النتائج التي يمكن قطعها في سلك النتائج الصحيحة المتعلقة بقوى الانسان ما حزنناه في هذا المعنى من الحسابات التي تجبر ما في ذلك من الخلل باصلاحه وتحريره

وحيث لم نجد أدلة كاملة في شأن الجمالين الذين يصعدون السلاسل لم أن نبعث

عما يلزم لهم من الزمن في صعودهم على الطرق المتحدرة فنقول
ان المهندس بوردا الذي كان من الضباط البحرية ومن ارباب اكدمية
العلوم لما أراد أن يأخذ قياس ارتفاع جبل تريف فرض صعود هذا
الجبل يومين فصعد في اليوم الاول هو وجميع من كان معه من الضباط راكين
خيولهم واستصحبوا معهم ثمانية اشخاص من البحارة مشاة كل واحد منهم
يحمل حلازته من سبعة كيلوغرامات الى ثمانية قطعوا منه في ذلك اليوم
مسافة ٢٩٢٣ مترا فكان صعودهم من الساعة ٩ من الصباح الى
الساعة ٥ ونصف من المساء (على حسب الساعات الافرنجية) فتكون
مدة السير ثمانى ساعات ونصف منها ثلاثة ارباع ساعة للاستراحة والاكل فتكون
مدة سيرهم حينئذ في اليوم الاول سبع ساعات وثلاثة ارباع ساعة ولا يخفى
أن جماعة بوردا هم كغيرهم من البحارة ليسوا معتادين على المشى ولكنهم
استغرقوا في السير اليوم بتمامه بدون أن يلحقهم تعب ولا مشقة فانهم زياد
على ذلك نزلوا مسافة ٥٠ مترا للبحث عن الوقود ثم صعدوا ثانيا الى
منزلهم الاول

ولكنهم لسوء حفظنا لم يبينوا لنا بوجه الدقة والضبط طول المسافة التي قطعوها
بحيث كان يمكن بمعرفة ذلك مع معرفة الكمية التي صعدوها راسيا معرفة
اشحدار الطريق التي سلكوها وانما اقتصروا على قولهم ان المسافة المقطوعة
تزيد على ٢٠٠٠٠ متر بالنسبة الى الطول الافقي بمعنى أن قاعدة الطريق
بالنسبة الى الصعود الرأسى :: ٧ : ١ تقريبا او كنسبة ٦٨ : ١٠
تحقيقا ومثل هذا الاشحدار عادة لا يصلح لبيان النهاية الكبرى التي يحدثها الرجال
او الخيول وانما يصلح أن يكون حدا وسطا بين التهايتين

ومنى اعتبرنا أن ما يحمله الانسان هو دائما ٧٠ كيلوغراما بصحبها
كما ذكرنا مسافة ٢٩٢٣ مترا من الارتفاع الرأسى فهذه النتيجة تساوى
٢٠٤٦١٠ كيلوغرامات مرفوعة الى مترواحداو ٢٠٥ كيلوغرامات
مرفوعة الى كيلو مترواحدا تقريبا وذلك اقل مما قاله كلب في تقويم شغل

الانسان الصاعد على السلاسل المتتادة بدون حمل
ويظهر في انه كان يلزم حساب ما حمله كل انسان من الصاعدين وهو خمسة
كيلوغرامات فاكتر الى ثمانية وعليه فالنتيجة عوضا عن كونها ٢٠٥
كيلوغرامات تكون ٢٢٤ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد وهذه
الكمية قريبة جدا من ٢٣٥ كيلوغراما مرفوعة في طريق مستقيمة
لا في طريق غير مستقيمة كالتي قطعها اصحاب بوردا في صعودهم جبل
تريف

وبالجمله فلاجل مجابهة كثرة الخطا في تصوير كمية العمل اليومية التي احدها
اصحاب بوردا يكتفي في ذلك بما بين وخمسة كيلوغرامات مرفوعة
الى كيلومتر واحد او ٢٠٥٠٠٠ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد
وهناك مجت آخر من اهم المباحث المفيدة لم يتعرض له احد الى الآن وهو
مبحث الارتفاعات التي يمكن للانسان ان يصعد في اليوم الواحد بدون حمل
او يصعد حاملا لكنه يسلك في صعوده طريقا منحدرا كثيرا او قليلا من
أدنى الانحدار الى غايته القصوى

ومن المعلوم أن الانحدار الموافق لاعظم ارتفاع يصعد الانسان في اليوم
الواحد ينبغي أن يكون عين الانحدار الذي يفرض للمسافرين في البلاد الجبلية
في صورة ما اذا كانت الطريق المنحدرة طويلة بحيث يستغرق قطعها
يوما كاملا

ومع ذلك فهناك امورا اخرى بها يتغير هذا الانحدار وهي احتياج المسافر الى
الاستراحة في مدة سيره وهل الاوفق بالسائر أن يستمر في سيره على انحدار
واحد حتى اذا قرب من نهاية المسافة يستريح مرارا عديدة او يغير الانحدار
بأن يسلك في اول سيره انحدارا عظيما ويسلك في آخره انحدارا هينا حتى يتق
عنه مشقة السير وفي الصورة الثانية لا يدرى نهاية مطلوبه الا بكثير من العمل
فالظاهر أن الصورة الاولى وان اشغلت على الاستراحة مرارا اوفق من الثانية
التي هي تغيير الانحدار

والأوفق للسافر في طريق اقية أن يبحث السير في اقل التهار ويسير بالهوين
في آخره حتى يكون ما يصره من قواء في هذا الوقت الذي ضعف فيه سيرا
لا يضره

ومع ذلك قد ثبت بالتجربة أن هذه الطريقة ليست اعظم الطرق في السير فان
ارباب الاسفار الطويلة يستمرون في السير على حالة واحدة مع الانتظام
وانما يستريحون عند الحاجة فهم دائما يسلكون هذا المسلك في سيرهم
سواء كانت الطريق اقية او منحدره قليلا او كثيرا ما لم يعظم الانحدار وما ينبغي
التنبه عليه أن الانسان في مبدء سيره يؤثر السير بالهوين سواء كان راكبا
او راخلا لتوفر قواء وتبقى سرعته الى آخر المسافة

فمن ثم ترى فيما اورده التقدماء في شان الالاعاب أن الاحق بأخذ السبق هو
من كان من المتسابقين صاحب رأى وحزم ووفر في مبدء المسابقة قواء ليبداها
مع الحمية والشدة في آخرها

ولامانع من تأسيس هذه القاعدة وهي ان الانسان متى اراد الصعود الى اى
نقطة مفروضة فعليه أن يتبع في صعوده الطرق المنحدرة ويؤثر الاقصر منها
على غيره ما لم يعظم الانحدار ويتجاوز حده

فاذا فرضنا حينئذ جالا يصعد بالجل على السلام وجدناه في القوة كالعتال
السائر في طريق اقية بمعنى أن كمية عمله اليومية تنقص بازدياد الجمل

ولم يتفق لاحد من الجمالين انه جل في اليوم الواحد اكثر من ست رحلات
(افريقية) من الخشب وصعدها الى ارتفاع يبلغ اثني عشر مترا بل ولا يمكنه أن
يسفر على الصعود بالسته عدة ايام متوالية فاذا أريد تحصيل ذلك من حال
اخر اقوى منه جعل له على كل حله فرك فتكون اجرة اليومية ستة فرنكات
ويلزم أن يكون هذا العمل هو النهاية الكبرى للعامل في يومه وكل حله من
الخشب زنتها ٧٣٤ كيلو غراما فعلى هذا تكون زنة الستة ٤٤٠٤
كيلو غرامات مضروبة في ١٢ مترا فيكون الحاصل ٥٢٨٤٨ كيلو غراما
مرفوعة الى متر واحد وهذا هو الشغل الذي يحدثه الجمال في اليوم الواحد

وإذا أريد معرفة ما صرفه الجمل من القوى أى معرفة كمية عمله لم أن تدخل في الحساب زنة الخطاطيف التى يحمل بها وكذلك زنة جسمه فاذن فجدته يرفع ١٠٩ كيلوغرامات الى مسافة كيلومتر واحد وهذا المقدار يزيد يسير على نصف ما يرفسه الانسان الذى لا يحمل شيئاً مدة يومه من الكيلوغرامات التى قدرها ٢٠٥ حسبما تقتضيه تجربة بحارة المهندسين بوردا غير أن تقويم الكيلوغرامات المذكورة قليل جداً كما سبق وعليه فلا مانع من تأسيس قاعدة هى ان الصاعد بلا حمل يحدث نتيجة يومية تساوى ضعف ما يحدثه الصاعد بحمل يبلغ ثقله ٦٠ كيلوغراماً فاكتر الى ٧٠

ولم تعرض في هذا الحساب الى ما يصرفه الجمل من القوى في نزول السلام عقب كل مرة من الصعود فاذن يظهر أن كلب أخطأ في تقويمه لهذه النتيجة حيث جعلها اقل من ذلك فانه قومها كتقويم قوة السائر على طريق اقية بدون حمل غير أن هذا التقويم لا يغير النتيجة التى بينها تغييراً يينا بمعنى أن كمية العمل اليومية التى يحدثها الجمل الصاعد بحمله على السلام هى على النصف من كمية العمل التى يحدثها الصاعد على هذه السلام بدون حمل فاذن لا يبلغ نتيجة الجمل المذكور الا ٥٢٨٤٨ كيلوغراماً مرفوعة الى متر واحد او ما طرب ذلك

وذلك أن الصاعد بلا حمل الى أى ارتفاع يبلغه في اليوم الواحد يمكنه ان يرفع ٢٠٥٠٠ كيلوغرام الى متر واحد أى انه يمكنه رفع ٥٢٨٤٨ كيلوغراماً الى هذا الارتفاع اربع مرات وهذه هى قيمة الشغال الحامل واقبح طريقة بسلوكها الجمل هى أن يصعد بالاحمال على كتفيه او راسه او يرضها بالخطاطيف فان هذه الطريقة وان كانت غالبية في المدن لعدم الاحتياج معها الى شئ من الآلات الميكانيكية الا انه ينبغي اجتنابها في المعامل والورش التى يجب فيها اجراء الاشغال بغاية السرعة والتوفير على الدوام

ولا ينبغي أن للآلات الميكانيكية في مثل هذه الاشغال فائدة عظيمة اذ بواسطتها يمكن للانسان أن يعمل في يومه اعمالا مختلفة سواء كان حاملا او غير حامل وبها ايضا يحدث بعض نتائج ويستعمل فيها قواه استعمالا مفيدا يترتب عليه نتائج عظيمة ولو فقد فيها معظم قواه فان الوسائط الميكانيكية وان كانت لا تملك قوة ولا تحدها الا انها تدبر استعمال القوى وتوزعها وتوزعها نافعاً هذا ولا أبالي من تكرار ذلك المتر بعد المتر وسأبين الحقيقة في هذا المعنى على وجوه عديدة صبي أن يكون في ذلك ما يمنع مهرة الشغالة عن اتلاف قواهم بلا فائدة وأن يؤملوا الخير والنفع في علم الميكانيكا وان كانوا الى الآن لم يعرفوا منفعتها حق المعرفة

ولما تكلمنا على قوى الانسان من حيث استعمالها في السير على سطح افق او منحدر سواء كان صاحبها حاملا او غير حامل وسواء كان المحمول ثقيل او خفيفا ناسب أن نعقب ذلك بالكلام عليها من حيث تطبيقها على حركة الآلات الميكانيكية فنقول

ان اعظم نتيجة يحدثها الانسان في رفع ثقل ما الى ارتفاع معلوم هو أن يصعد بمجرد ذاته لا يحمل سواها بحيث تكون بالنسبة اليه كالقوة المحركة * وهذه الطريقة تستعمل في العجلات ذات الطنابير والعجلات المدرجة المسمى كل منهما بالكرات فاذا كان في الكرات شخص او عدة اشخاص فانهم كلما ساروا تقدموا اجهة سطح منحدر وان وقفوا على سطح منحدر انحدروا مناسبا احدثوا من النتائج اعظم نتيجة يمكن أن يبلغ مقدارها في اليوم الواحد ٢٠٥ كيلوغرامات مرفوعة الى كيلومتر واحد ويلزم أن نطرح من قيمة هذا الشغل مقدار ما تريحه الدراهم التي هي قيمة الكرات المستعملة في الشغل المذكور

ويمكن استعمال قوى الانسان في الكرات على الوجه الجاري في سجون انكلترا * ومحيط هذه العجلات مضر من بالواح صغيرة ككاسرات عجلات الطواحين فترى الشغالة يصعدون عليها كما يصعدون على درج السلم فيستندون بأيديهم على قضبان اقية ويصعدون مع الموازنة وغاية الهدوء

وهناك ايضا كراكات من هذا القبيل تحتر كها النساء
ثم ان الشغالة الذين يصعدون على الكراكات المدرجة تفاوت اشغالهم تفاوتوا
عظيما على حسب اختلاف السجون وقد بينا ذلك في هذا الجدول الذي حررنا
حساباته بموجب امر الحكومة وهالك صورته

رجال *				مجال السجون
ايام الصيف				
في الدقيقة		في اليوم		
عدد الخطوات	ارتفاع الخطوات	الارتفاع القطوع	كيلوغرام مرتفع في مترو واحد	
عدد	مليمتر	متر	كيلوغرام	نورنامبتون (يورك) (نمرة ٣)
٣٥	١٩٩	٢٢٢٩	١٤٣٦٤٣	فونتغام نمرة ٣ و ٤
٣٦	٢٣٧	٢٧٣٠	١٧٤٣٦٠	السجن القديم (بدفور)
٤٠	٢١٢	٣٠٣٥	١٩٥٣٧٩	ميدلوزقير
٤٤	١٩٩	٣٣٢٧	٢١٢٩٤٦	سبنون مالبية (سومرست)
٤٨	١٩٩	٢٤٧٥	١٦٩١٧٢	دونشير
٤٨	١٩٩	٣٠٥٧	١٩٥٦٢٥	كامبردج
٥١	١٩٩	٤٠٥٨	٢٥٩٦٩٠	ورويك (١)
٦٠	٢٢٢	٥٣٥٢	٣٤٢٥٢٨	شرحه (٢)
٤٨	٢٢٢	٤٢٨٢	٢٧٤٠٢٢	شرحه (٣)
٣٦	٢٢٢	٣٢١١	٢٠٥٥١٧	بوستون
٧٠	٢٣٢	٤٣٩٢	٢٨١١٠٤	هنتس
٨٠	١٩٢	٣٦٨٦	٢٣٥٩٣٠	نوكاستل على نهر التين
٨٧	٢٠٢	٣١٦٣	٢٠٢٤٥١	

ومن ثم كان العمل اليومي في سجون انكلتية يتفاوت من ١٤٣٦٤٣
كيلوغراما الى ٣٤٢٥٢٨ كيلوغراما مرتفعة الى مترو واحد

وتستعمل القوة الانسانية ايضا في جز الاتقال بواسطة الآلات ذات العجلات
كالعربات الصغيرة الثقالة التي تجر باليد والعربات الكبيرة فيمكن للانسان
مترا

ان يتقل في اليوم الواحد بواسطة العربة الثقالة ١٤٥ ٠ مكعبة من
التراب الى مسافة ٣٠ مترا ويمكنه ايضا اذا جر عربة من عربات اليد المعتادة أن
يحمل من ثقلها وثل حملها ما يساوي ١٨ أو ٢٠ كيلوغراما فان كانت
خالية عن الاتقال كان ما يحمله في جرها ٥ كيلوغرامات أو ٦ من غير
زيادة * والقوة اللازمة لدفع العربة على الارض الصلبة المستوية قد تختلف
من ٢ الى ٣ كيلوغرامات ومنشأ هذا الاختلاف ما يعرض للعربة
في الطريق من خفيف الارتجاج والاضطراب قليلا كان ذلك او كثيرا على
حسب مهارة الشغال في توجيه العربة وتسييرها * وزنة حمل العربة
المتوسط ٧٠ كيلوغراما وزنة ثقلها المتوسط ٣٠ كيلوغراما فان اضربنا
١٤ ١/٢ كيلومترا في ٧٠ كيلوغراما كان الحاصل ١٠١٥ كيلوغراما
منقولة الى مسافة كيلومتر واحد وذلك هو نتيجة عمل الشغال الدافع للعربة

وقد سبق أن الانسان يمكنه أن يحمل على ظهره في مدة اليوم ذهابا وايابا
كيلوغرام

٤٦٩٢ منقولة الى مسافة كيلومتر واحد ونسبة هذين العددين
كنسبة ١٤٧ الى ١٠٠ وحقق المهندس كلب انها كنسبة ١٤٨
الى ١٠٠ واستنتج من ذلك على وجه التقريب أن ما يحدده مانه رجل
بواسطة العربات اليدوية يساوي شغل مائة وخمسين رجلا بواسطة المقاطف
فاظهر الى قائمة مثل هذه الآلات السهلة وقد حسب موسيو جونيور
ما يحدده جاز العربة الثقالة ذات العجلتين فوجد يساوي ٢٣٠٠ كيلوغرام
منقولة الى كيلومتر واحد ومقتضاه انه اذا اشتغل مانه رجل في نقل الاتقال
بواسطة هذه العربات كانت نتيجة شغلهم تساوي نتيجة شغل ٣٣٢ رجلا
بشغلون في نقل تلك الاتقال على ظهورهم بواسطة المقاطف والخطاطيف
وتساوي نتيجة شغل ٢٢٥ رجلا بشغلون في نقل الاتقال المذكورة

بواسطة النقلات المعتادة ذات العجلة الواحدة

ومما ينبغي التنبيه عليه في شأن النقلات ذات العجلة الواحدة انه يمكن زيادة نتيجهها زيادة عظيمة وذلك بتطويل عجلتها ووضع مركز حملها عمودا على محورها بحيث لا يكابد الانسان في دفعها كبير مشقة ما لم تكن طريقه فيها انحدارات مختلفة والاعظمت عليه المشقة ولو وضع مركز الحمل عمودا على المحور فينبغي له متى كانت طريقه غير افقية أن يصرف بعض قوته في موازنة ثقل الحمل واقل الطرق فائدة في استعمال القوة الانسانية هي شد الحبال التي تستعمل في دق الاوتاد بواسطة الشامردانات

وذلك أن نتيجة العمل اليومي بهذه الطريقة لم تبلغ بمقتضى حساب كلب الا ٢, ٧٥ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترا واحد فعلى ذلك اذا اشتغل مائة رجل في اشغال الكرا كانت ذات الطنابير مدة يوم واحد وكان صعودهم على انحدار مناسب كانت نتيجة عملهم مساوية لنتيجة عمل مائتين وواحد وسعين رجلا يشتغلون في دق الاوتاد بشد الحبال المربوطة في الخشبة الممدودة

واذا اشتغلت طائفة من الناس في ادارة الملفات على مقنفي المقدار المتوسط الذي فرضه كلب وهو أن يفرض أن هؤلاء الأشخاص يضغطون ضغطا عاديا يبلغ ٧ كيلوغرامات على يد الملف الذي يرسم محيطا قدره ٢٣ دسمترا وأن الشغالة يدبرونها في كل دقيقة عشرين مرة وأن مدة شغلهم في كل يوم ست ساعات كانت نتيجة عملهم ١١٦ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترا واحد فعلى ذلك اذا اشتغل ثلاثة رجال في ادارة الملفات كان الثقل الذي يرفعونه مساويا لنتيجة خمسة رجال يدقون الاوتاد بشد الحبال ومن ثم استبدلوا الآن الحبال بالملفات والتعشيق في سائر الاشغال الحاجة للتفطن والاتقان بحيث يرفع الشامردان الى ارتفاع ماويحيط بكيفية مخصوصة

وقد حسب كلب على وجه العحة شغل عازق الارض فوجد شغله في اليوم الواحد يبلغ ١٨١ مترا مربعا وأن المعزقة تقوص في الارض كل مرة

٢٥ مستقيماً وترفع معها من التراب في كل مرة ٦ كيلوغرامات فإذا أضفنا إلى ذلك ثقل المعزقة كان مجموع عمله مساوياً ٤٣ كيلوغراماً مرفوعة إلى كيلومتر واحد وإذا لم نعتبر الاثقل التراب الذي ترفعه الآلة معها وقت العمل كان مجموع الشغل $\frac{1}{3} \times ٣٤$ كيلوغراماً مرفوعة إلى كيلومتر واحد وذلك لا يبلغ ثلث عمل مدير الملق كما هو مشاهد فلذا كان عزق الأرض بالمعزقة من الأشغال المحتاجة لمزيد القوة وكبير العمل ولا يلائم من الأشغال إلا ما يطلب فيه الاهتمام كأشغال البساتين والحدائق التي تصرف فيها القوى البشرية مع غاية الدقة والتبصر حتى يكون الشغل فيها مع تنوعه على غاية من الاتقان وينبغي أن نضيف أيضاً إلى عمل العازق ما يصدر عنه من ضرب الأرض بالآلة لأجل تمهيدها وإصلاحها ولم يبلغ هذه النتيجة في حساب كلب الجرائن عشرين من الشغل اليومي بإضافته إليها قيمة القوة اللازمة للعزق بالمعزقة وإدخالها في باطن الأرض واستنتج من ذلك أن مجموع ما يصرفه العازق من القوى في اليوم الواحد ١٠٠ كيلوغرام مرفوعة إلى كيلومتر واحد والذي يظهر أن شغل المحفرة المسماة بالطورية في هذه الأشغال أكثر من شغل المعزقة وإن كانا متساويين في قوة الضرب بهما على الأرض بمعنى أن هذه القوة في كل منهما جزء من عشرين من القوة اليومية فلذا كانت قوة العازق بالمعزقة أو بالطورية كقوة الرافعة ثم إن آخر حركات الطورية وهي التي بها تكون تسوية الأرض برد التراب الخارج من باطنها إلى الأرض المعزوقة أفقيةً وحينئذ فلا داعي إلى استعمال قوة تعادل $\frac{2}{3} \times ٣٤$ كيلوغراماً لأجل رفع التراب بالمعزقة إلى الارتفاع الذي قومه كلب بأربع دسمترات ثم كان الجاري في سائر أشغال العزق المعتادة إنما هو العزق بالطورية دون المعزقة ومن المهم في استعمال القوى البشرية درجة السرعة التي بها تتنوع الحركة وشم قوة أخرى لا يمكن بدونها أحداث نتيجة مفيدة لأن قوة الإنسان العضلية لا توصل الحركة إلى أعضائه إلا إذا انصرفت كلها وبمجرد عروض نقصان للحركة يصير في الإنسان قابلية إلى تحصيل أعظم النتائج فيصل بذلك إلى النهاية

الكبرى اذ لا ريب انه بالزيادة في تنقيص قوة حركته يحدث تأثيرات كبيرة ومصادمات عظيمة ولا يمكن الزيادة لاتعادل ما تنقص من السرعة وهذا هو الموجب لتقصان الحركة دون زيادتها

وبمقتضى تجارب شولز يظهر انه في تطبيق القوة البشرية على الرافعة او قضيب الكابستان المسمى ايضا بالمعطاف تكون النتيجة المفيدة حاصله من

كيلوغرام متر
ضغط ١٣,٧٠٦ مع سرعة تساوى ٧,٣٧, في ظرف ثانية

وقد قابل روبرتسون بوكمان بين اعمال اربعة من الشغالة يشتغلون اشغالا مختلفة فكان أحدهم يشتغل في ادارة المعطاف والثاني في تحريك الجذاف والثالث في تحريك طولية معتادة والرابع في دق الاوتاد وكانت مدة شغل الجميع اربع ثوان

كيلوغرام متر
فوجد الاول قدر رفع في ظرف هذه المدة ١٢,٦٤٨ الى ارتفاع ١٨٥, ٥

كيلوغرام
فتكون نتيجته الكبرى ٦٥, ٥٨٠ مرفوعة الى متر واحد

كيلوغرام متر
ووجد الثاني قدر قل الى ٢,٣٤٨ تقلا قدره ٤٤,٣٩٤ فتكون

كيلوغرام
نتيجته الكبرى ١٠٤, ٢٣٧ مرفوعة الى متر واحد

كيلوغرام متر
ووجد الثالث قدر رفع ٣٠, ٣٥١ الى ارتفاع ١,٣٤٢ فتكون

كيلوغرام
نتيجته الكبرى ٤٠, ٧٣١ مرفوعة الى متر واحد

كيلوغرام متر
ووجد الرابع قدر رفع ٣٢, ٦١٨ الى ارتفاع ٢, ٧٤٥ فتكون

كيلوغرام
نتيجته الكبرى ٨٩, ٥٣٦ مرفوعة الى متر واحد والتظاهر أن النتيجة

الآخيرة لاتطابق حسابات كلب التي حررها في استعمال القوة البشرية في الشاهدانات ولكن لايجب أن النتائج التي استنتجها روبرتسون بركاتان ليست الاشغل اربع نوان فقط وحينئذ فلامانع أن النتيجة الوقتية في شغل الشاهدانات تكون كبيرة بحيث لاتساويها نتيجة الشغل اليومي بمعنى انهما لا يكونان على نسبة واحدة

ثم ان الانسان لا يصرف قواه الحيوانية بتمامها الا في الاعمال البدنية التي تفرض منها تحصيل اعظم النتائج وأجودها يستعمله من الوسائط الانسانية في اشغال ارباب الحرف والصنائع لاسيما ما كان منها محتاجا الى فكر وتأمل ينبغي قصره على عمل للعقل فيه مدخلية ويصرف فيه من القوى الطبيعية جزء كبير او صغير بدون ضياع زمن * وباستكمال الصناعة يكثر من الصنائع ما كانت فيه مدخلية القوى العقلية قوية ومدخلية القوى الطبيعية ضعيفة * والانسان يزيد على العمل البدني الشبيه بأفعال البهائم من نور وجارو فرس وما أشبه ذلك اعمال الحواس الخمسة التي هي البصر والسمع واللمس والشم والذوق من حيث ان العقل هو المرشد لها في سائر اعمالها فاذا جعل الانسان لعقله مدخلية في اعماله اكتسب من ذلك معرفة عتة عظيمة من النتائج تصير له دليلا صحيحا يعول عليه في جميع اشغاله وذلك ما يسمى باكتساب التجربة وهو اكتساب عظيم في الفنون والصنائع

ومما ينبغي التنبيه عليه أن التجربة التي تنشأ عن التدقيق في ملاحظة الاشياء ومقابلتها ببعضها وتودع في الحافظة ثم يستعملها العقل انما هي نتيجة القوى العقلية وحسن ممارسة الحواس فهذه الوسائط التي يتوصل بها الى اكتساب المعارف يمكن للانسان أن يكتسب خبرة صحيحة وتجربة جيدة وذلك من اهم الامور في تقدم الحرف والصنائع

وينبغي للانسان في الاشغال التي لا يحتاج فيها الا لاستعمال جزء من قوته العضلية أن يجعل في حركته سرعة اكر من السرعة الملازمة للنتيجة الكبرى بدون أن يفقد قواه ويجهد نفسه فان ذلك يقربه من النتيجة الكبرى ويوصله اليها

في اسرع وقت وهذا عام في جميع الاشغال الا ما كان منها محتاجا لمزيد الضغط والاحكام ومتونها على كثرة الاحتراس وزيادة الاحتياط فمريق اذن الا توفير الزمن وعدم اضاعته بلا فائدة وسنبين هذه الملاحظات في الدرس الآتي الذي نكلمنا فيه على استعمال قوة الانسان وازديادها وعلى الانسان أن لا يتصر في مجانب الزام الشغلة بالكث مدة طويلة على شغل واحد ايتما كان من اشغال الفنون لان الازام بالمداممة على شغل واحد يترتب عليه مضار كثيرة كالامراض المزمنة وقد تقوى ومن كان عنده أدنى دراية بالمعارف امكنه تعيين الاشغال المطلوبة من الشغلة وتحديد ما على وجه بحيث يكون لهم دائما اقتدار على التوفية بها وعل ذلك بعينهم على تحصيل اعظم نتيجة نافعة فلهذا كان رئيس الورش والمعامل اذا أظهرانه لا يشتغل الا براحة الشغلة نال بهذه المروءة من اشغالهم محصولا عظيما

(الدرس الرابع)

(في ازدياد قوى الانسان واستعمالها على الوجه المناسب)

قد رأينا أن نبدأ أولا بالبحث عن الطرق التي تستعمل في ازدياد القوة المطلقة التي يمكن للانسان استعمالها في اشغال الصناعة والتي تستعمل ايضا في تحصيل امور نافعة وهي الاستقرار والسرعة والنشاط في عمل هذه القوة ثم نبين كيفية تحصيل هذه النتائج باجتماع القوة العقلية والقوة البدنية ونبين ايضا ما عساه ينشأ عن هذا الاجتماع لكل من الجنسين اى الذكور والاناث من النتائج العظيمة التي ياتزاد راحة العباد وتصبح طاقة الشغلة جامعة بين السعد والمعرفة فنقول

متى بلغ الاطفال من العمر خمس سنوات او سنا قد جاء أو ان تعليمهم اشغال الصناعة فينطون منها بما يستدعى قليل الاستعمال من القوة البدنية وبسير التفكير من القوة العقلية فينطون مثلا في اشغال الزراعة بحراسة الحيوانات الاهلية المألوفة السهلة الاتقياد وفي المعامل والورش بالعمليات التي

لاحتياج لكثير تعب ويمكن اتقانها بأدنى تدريب واقل تعويد ولا شك أن
في تعويد الصبيان على الشغل من مبدء صغرهم فائدة عظيمة جداً الا انه ينبغي
أن لا يسلك في ذلك ما سلكه كثير من رؤساء المعامل والورش في ابريطانيا الكبرى
من الافراط والقسوة حيث كانوا يلزمون صغار المتعلمين بالشغل مدة طويلة
من الزمن ويجبرونهم على مداومة العمل مدة ساعات عديدة حتى وضع أرباب
القوانين لذلك قانوناً حصر الشغل المطلوب من الصبي في اوقات يسيرة وجعل له
حداً محدوداً ومع ذلك اذا نظرنا الى ما يعانيه الصبي من المشقة في هذا الشغل
مع حد امته وصغر سنه أخذتنا عليه الرأفة والشفقة

وفي بعض الورش التي يديرها رؤساء جمعوا بين المروءة والمعركة تجده هؤلاء
الرؤساء يعينون جزءاً من الزمن المعدل لشغال الصبيان لاكتساب المعارف
اللازمة لكل من أراد الامتياز منهم في اشغال الصناعة فكانوا يعلمونهم
في ورشهم القراءة والكتابة والحساب ثم يضمنون الى ذلك بعد مدة قليلة تعليم
تطبيق الهندسة والعمليات الميكانيكية كما هو الجاري الآن عند الفرنسيين
فاذا لم يعلموهم هذا التعليم الثانوى بل اقتصروا على الاول أمكن للصبيان
بعد أن يعرفوا القراءة والكتابة وتستكمل عقولهم أن يطالعوا بأنفسهم
دروس هذين العلمين ويتعلموا بدون اجرة وعمال قليل يترتب تعلم هذين العلمين
في جميع مدن فرنسا ذات الفنون والصنائع

واما اذا كان التعليم خالياً عن التدبير والادارة بأن كان على وجه يضرب بصحة
الصبيان لما فيه من الافراط وكثرة الشغل فان ذلك يسلب قواهم العضلية
فموتها وسرعها لاسيما اذا جروا في اغذيتهم واعمالهم على النظام المقرر الذي
بدونه لا تتم الصحة

والى هذا الوقت لم يلتفت رؤساء المعامل والورش الى تأثير الاغذية في الشغالة
من حيث كمية العمل التي يمكنهم تحصيلها ومن حيث النتائج التي تكون لزيادة
الشغل في راحة الشغالة وثروة رؤسائهم

فاذا قابلنا طريقة الشغالة الفرنسية في الغذاء بطريقة الشغالة الانكليزية

في ذلك عجبنا غاية العجب من التفاوت الذي بين هاتين الملتين في طريقة المعاش
فان الشغلة الفرنسية في كثير من الصنائع لاياً تكون اللحم مدة الاسبوع
وان اكلوه يوم الاحد فذاك الامر دالتهم والترفع بخلاف الشغلة الانكليزية
فان اللحم عندهم هو الغذاء المعتاد

وقد قومت مقدار ما ياكله الانسان من اللحم سواء كان في فرنسا او انكلترا
فكانت نتيجة التقيوم أن الفرنسي اذا اكل من اللحم ٦١ كيلوغراما
فالانكليزي يأكل منه اكثر من ١٧٨ كيلوغراما بمعنى انه يأكل منه بقدر
ثلاثة امثال الفرنسي وينشأ عن هذا التفاوت في الغذاء تفاوت عظيم
في القوى البدنية لان الاغذية الحيوانية تكسب الانسان من القوة البدنية التي
يصرفها في الاشغال كل يوم ما لا تكسبه اياه الاغذية النباتية وهذا هو السبب
في كون الشغلة الانكليزية تفوق في الشغل الشغلة الفرنسية

فاذن يلزم تحريض الشغلة الفرنسية على اكل اللحم بقدر الامكان فانهم
الآن في كثير من الصنائع يأخذون من المأكولات ما لا يفي بما قدوه من
القوى اليومية فلا يأتى عليهم الاسبوع الا وهم في غاية الهزال والضعف
وفي يوم الاحد يجثون عن تعويض ما قدوه من القوة عما ياكل ومشارب
مباينة بالكلية في الطبع والكمية للمأكول والمشارب التي استعملوها قبل ذلك
في باقي ايام الاسبوع فيلحقهم بسبب ذلك من الضرر وسوء الحال ما يلحق من
مكث جاعة مديدة طويلة ثم انهم على الاكل دفعة واحدة مع انهم كانوا يؤملون
من تعاطي هذه الاغذية الراحة وحسن الحال فتراهم يوم الاثنين لا يقدر
على الشغل كيوم الاحد الذي هو يوم البطالة

ونظاير أن هذا هو السبب الاصل في كون اكثر الشغلة بالمدن الكبيرة
يتركون العمل يوم الاثنين

واعظم طريقة في جبر هذا الخلل هو تعويد الشغلة على تعاطي الاغذية الجيدة
بأن يتركهم من نصائح الحكمة وصحج الامثال ما يعينهم على ذلك فانه بهذه
الطريقة يؤمل رجوعهم عن ترك العمل يوم الاثنين ولو فرضنا انهم لا يصرفون

في تحصيل الاغذية الجيدة التي يتعاطونها في ايام العمل الستة الا اجرة عمل هذا اليوم (يعني يوم الاثنين) التي لا تزيد على مصاريفهم المعتادة لوجدوا من انفسهم في الواقع ونفس الامر اقتدارا على تحصيل كمية عظيمة من العمل في مدة الايام الخمسة فيكون ذلك وسيلة لهم في طلب زيادة الاجرة من رؤسائهم ويتقطع عنهم ما يلزم الحياة المحتملة النظام من تراكم الامراض وسرعة الهرم والضعف فتطول بذلك مدة صرفهم لكمية عظيمة من قواهم العضلية وتقصر مدة ما يلحقهم من الفاقة والفقر في صورة ما اذا لم يكن عندهم اقتصاد وحسن تدبير في زمن شهوريتهم بحيث يتدخرون ما ينفعهم وقت الحاجة والكبر

وعلى رؤساء المعامل والورش ان يبذلوا جهدهم في ازدياد صندوق التوفير ويستعملوا في ذلك ما يمكنهم من الوسائط بأن يأخذوا من كل شغال مقدارا من اجرة اليومية ويضعوه في هذا الصندوق على سبيل الوديعة لوقت الحاجة اليه كحدث مرض او بطلالة او بلوغهم سنالا يمكن معه العمل وبعد ان تكلمنا على الطرق التي تزيد بها كمية العمل ظهر لنا ان هذه الكمية لا اقل من انها زادت الخمس في مثل مدينة باريس فوجب علينا الان ان نبحث عن الفائدة التي تعود على رؤساء الورش من هذه الزيادة فنقول

اذا فرضنا ان ورشة من ورش الصناعة يبلغ رأس مالها ١٠٠٠٠٠٠ فرنك وأن ما تصرفه مدة السنة في اصلاح ما تلف من آلاتها عشر هذا المبلغ اعني ١٠٠٠٠ فرنك وأن فيها من الشغالة مائة شخص يشتغلون من الاسبوع خمسة ايام اجرة كل واحد منهم في اليوم فرنكان بمعنى انهم يشتغلون من السنة مائتين وستين يوما فيكون مجموع اجرتهم ٥٢٠٠٠ فرنك وفرضنا ايضا أن الاجرة السنوية للمستخدمين فيها من ملاحظين ورؤساء وغيرهم تبلغ ١٠٠٠٠ فرنك فمجموع مصاريفها السنوية هو المبلغ الآتي

رأس المال المفروض	١٠٠٠٠٠ فرنك
المصرف منه للاصلاح	٠١٠٠٠٠ فرنك
الاجر السنوية للرؤساء وغيرهم	٠١٠٠٠٠ فرنك
الاجر اليومية	٠٥٢٠٠٠ فرنك
المجموع	١٧٢٠٠٠

فاذا ورد لهذه الورشة في نظير اثمان بضائعها مبلغ ٧٢٠٠٠ فرنك فانها لا تبيع ولا تخسر واما اذا جرى بنا على ما هو المعتاد في سائر الورش التي تبيع العشر في المائة فينبغي أن حاصل الاجر يبلغ من جهة ٧٢٠٠٠ فرنك ومن جهة اخرى ١٧٢٠٠ فرنك فمجموع ذلك ٨٩٢٠٠ فرنك فاذا فرضنا الآن أن الشغالة يشتغلون من الاسبوع ستة ايام عوضا عن الخمسة المتقدمة بأن كان شغلهم يستغرق من السنة ثلثمائة واثنى عشر يوما عوضا عن المائتين والستين يوما السابقة وفرضنا انهم يعملون في كل يوم خمسا زيادة على عملهم المعتاد وياخذون اجرة مناسبة لهذه الزيادة بحيث تكون اجرهم اليومية من فركين الى فركين واربعين سنتيما ويكون مجموع اكسابهم مدة السنة ٧٤٨٨٠ فرنكا وفرضنا ايضا أن المصاريف اللازمة للاصلاح الآلات زادت قدر نصف زيادة الشغل بحيث صارت ١٢٢٢٠ فرنكا عوضا عن المقدار السابق الذي هو ١٠٠٠٠ فرنك ينتج من ذلك أن مجموع المصاريف كلها هو المبلغ الآتي

رأس المال المفروض	١٠٠٠٠٠ فرنك
المصرف منه للاصلاح	٠١٢٢٢٠ فرنك
الاجر السنوية	٠١٠٠٠٠ فرنك
اجرة مائة شغال	٠٧٤٨٨٠ فرنك
المجموع	١٩٧١٠٠

فأما رأس المال المفروض في هذا المبلغ هو ١٠٠٠٠٠ فرنك والمصاريف ٩٧١٠٠ فرنك فلما زادت كمية العمل في نسبة ٥ الى ٦ زائد على عني من ١٠٠ الى ١٤٤ كان مجموع الاجرة الذي بلغ في الفرض الاول

كما ذكرنا ٨٩٢٠٠ فرنك

يبلغ الآن ١٢٨٤٤٨ فرنك

ولكن تكون المصاريف ٩٧١٠٠ فرنك

٣١٣٤٨

فيكون الباقي

فيكون حينئذ مبلغ ٣١٣٤٨ فرنكا هو مقدار ربح راس المال الذي

هو ١٩٧١٠٠ فرنك وهذا هو السبب في أن كل مائة صار ربحها ستة

عشر بعد أن كانت في القرض الأول تبيع عشرة

وهاهي النتائج المتحصلة من القرض الثاني * أولاً أن الشغالة تأخذ عوضاً

عن ٥٢٠٠٠ فرنك ٧٤٨٨٠ فرنكا وبذلك تزيد راحتهم النصف

تقريباً * ثانياً أنه يحصل عن الصناعة محصولات تزيد النصف على محصولات

القرض الأول * ثالثاً أن صاحب الورشة يربح في كل مائة من رأس ماله ١٦

عوضاً عن كونه يربح فيها ١٠

وهذا الترتيب يعود على الشغال بالمنفعة إذا قلع صاحب الورشة يربح اثني عشر

في كل مائة وجعل اجرة العمل ستة في كل مائة

ويلزم الآن أن نعرف ما يكون رؤساء الورش في تلك الوسائط الممكنة من عظيم

المنفعة بحيث يحصل لهم من العملة كمية كبيرة من العمل في أوقات معلومة

فبقول هي أن جلة من التعهدات الصناعية التي يترأى الآن أنها متعذرة

أو مضرّة يتحقق نفعها بازدياد العمل اليومي بدون نقص الاجرة اليومية وبهذا

الازدياد أيضاً يزداد نفع التعهدات النافعة * والعمل لهم في ذلك أيضاً منفعة

عظيمة فينبغي افهام كل من الرؤساء والعمل هذه المنفعة المشتركة التي ربما ترتب

عليها لكل من الطائفتين ازدياد الراحة والسعادة

وأما الوسائط التي يزيد بها العامل عمله فهي قليلة محصورة في انتظام المؤونة

واجتناب الافراط في جميع أنواع المآكل والمشارب والمواظبة على العمل

بحيث لا يضيع وقتاً من اوقات الشغل بلا فائدة

وله غير تلك الوسائط الاولى وسائط أخرى يزيد بها عمله ايضاً وهي عبارة عن

الآلات التي يشتغل بها والقطنة التي بها يحسن تشغيل تلك الآلات
فإن الآلات هذه للعمل على اختلاف أنواعها يحدث عنها نتائج متنوعة
تختلف باختلاف شكلها ومادتها جودة ورواءة قلة وكثرة إذ العامل الذي
يشتغل مثلاً بالمبارد الجيدة الشكل والتي يحدث من النتائج ضعف ما يحدثه
العامل الذي يشتغل في هذا العمل بمبارد لاتضاهي الأولى في الجودة وكذلك
باقي الآلات كالمقصات والبريمات الصغيرة والكبيرة والمناشير ونحو ذلك

وفي بلاد انكلترا يعرفون حق المعرفة أهمية الآلات التي بها يحدث العامل
في اليوم كمية كبيرة من العمل ففي كثير من الصناعات الواهية بتلك البلاد تجد
عند الصانع الصغير من الآلات ما يساوي ١٠٠٠ فرنك فصاعداً إلى
١٢٠٠ فرنك بخلاف من كان على صنعة من صناعات القربى فإنه قل
أن يوجد عنده من هذه الآلات ما يساوي ١٠٠ فرنك * ونفرض
أن الصانع إذا اشتغل بالآلات مما يساوي ١٠٠ فرنك يكسب في اليوم
٣ فرنكات وأنه إذا اشتغل بالآلات جيدة الصفة متنوعة الشكل صالحة
لكل شيء يحتاجه في صنعة وكانت مما يساوي ١٠٠٠ فرنك فإنه
يكسب في اليوم ٤ فرنكات وذلك فرض صحيح مناسب فينتج عن ذلك
أن الصانع المذكور يكسب في طرف ثلثمائة يوم من أيام الشغل ٣٠٠ فرنك
زيادة على ما يكسبه لو اشتغل بالآلات مما يساوي مائة فرنك

فإذا قلنا أن مبلغ ٩٠٠ فرنك الذي هو فرق ثمن الآلات يلزم له مصروف
سنوي يبلغ ١٥ في المائة كان مصروف الآلات السنوي ١٣٥
فرنكاً تطرح من الربح السنوي الذي قدره ٣٠٠ فرنك فيكون الباقي
١٦٥ فرنكاً وهو الربح الخالص المتحصل من رأس مال الآلات التي قيمتها
الف فرنك

فإذا صرف الصانع من هذا المبلغ الباقي الذي هو ١٦٥ فرنكاً في تنظيم
مؤنته اليومية ٦٥ فرنكاً وأبقى المائة في صندوق التوفير فإنه في ظرف
ثمان وعشرين سنة يتحصل عنده ٦٠٠٠ فرنك وفي ظرف اثنتين وأربعين

سنة يحصل عنده ١٤٠٠٠ قرنك فهذا التوفير المستقر يجد الصانع ما يكفيه مع الراحة في المعيشة زمن الهرم والشيخوخة فعلى المعلمين أن يبينوا للتلامذة تفصيلا فائدة هذا الإبقاء ومنفعته بأن يعلموهم درسا في الحساب يعرفون به التدبير المتزنى والسعادة الالهية

وبالجملة فازدياد العمل الناتج عن جودة الآلات وتحسينها يترتب عليه فوائد عظيمة لرؤساء الورش والمعامل حسبا ظهر لنا في الصورة التي ذكرناها أن العامل يمكنه أن يزيد كمية عمله اليومية بوسايط أخرى فلذا كان الرؤساء يرغبون في أن العملة يكون بأيديهم جميع أنواع الآلات الجيدة التي تصلح لجميع الأشغال على اختلاف أنواعها

فاذا وقف الصناع والرؤساء على حقيقة ما ذكرناه كان ذلك باعنا للصناع على أنهم من الآن فصاعدا لا يشترون الا الآلات الجيدة من سائر الأنواع كالساطر والزوايا والبراجل التي تكون على غاية من الصحة والضبط وكالبارد والمقصات والبريمات الكبيرة واللوالب ونحوها مما يكون قد بلغ في جودة الصفة والمادة اعلى درجة ومتى عظمت رغبة الصناع والرؤساء في هذا الغرض اضطر صناع الآلات الى مزيد الاعتناء بصنعهم وجبروا على الاهتمام بشأنها كاختخاب اجود المواد وتجهيزها ومن مثل هذا التغيير تحصل نتائج كثيرة النفع عظيمة الفائدة

ومتى وجد في الآلات جميع الصفات المطلوبة واستعمل الصانع جميع الوسائط التي تزيد بها قوته البدنية كطيب الغذاء وحسن السلوك لم يبق عليه من الوسائط الا ما يزيد به عمله اليومي وهو أن يحسن استعمال آله ويستعمل في تشغيلها المهارة والنشاط وهذا انما ينشأ من حذق الصانع وعزيمته التقاه الى اشغاله بخلاف ما اذا تعوّد على الإهمال والتساهل فيها فانه قل أن يصل الى درجة الكمال والسرعة ولو فرض التخير في الشغالة لترجع منهم من كان دأبه الصمت والتفرغ للاشغال على من لازم الهذر وكثرة المحادثة واللعب والملاهاة عن الشغل فاذا نلزم لصناع الفرنساوية كثرة السعي والاجتهاد حتى يصلوا الى

درجة صناع الانكليز في الصمت والتفرغ للعمل
ولما نكلمنا على ما يؤثر في كمية العمل من حيث هي ناسب ان نقب ذلك بيان
ما يكون فيه العمل ناجحا او غير ناجح على حسب ما في حركات الصانع من السرعة
كثرة وقلة فتقول

قد رأينا ان نمثل لذلك القتالين والخردجية للاجال كما في الدرس السابق
فتقول ان القتال اذا حمل ما يحمله الناس المتوسطون في القوة وهو حمل قل أن
بلغ ٢٠٠ كيلو غرام لا يمكنه أن يتحرك به اصلا ما لم يتقص حملها بالتدريج
شيئا فشيئا والا أمكنه أن يقطع مسافة تزيد بنقص الحمل المذكور على التدريج
حتى يصير غير حامل بالكلية واذا ن يمكنه أن يقطع في اليوم مسافة لا تزيد بالنسبة
للناس المتوسطين في القوة على ٥١ كيلومترا وذلك في صورة ما اذا كان
مجبورا على سلوك طريق متعبة وفي الحالتين اذا ضربت النتيجة المفيدة التي
تعرف بموازنة الحمل في المسافة المقطوعة ساوت صفرا وهذه هي الحدود المألوفة
الغاية التي يمكن أن نجد فيها نسبة بين الحمل والسرعة ونجد فيها ايضا أن
حاصل ضرب الحمل في طول الطريق التي يقطعها الجمال بهذه السرعة هو
النهاية الكبرى

وكذلك جميع انواع الاشغال التي يصانها الانسان بجميعه أو باطرافه يوجد
فيها نوع نسبة بين القوة والسرعة التي بها تحصل النتيجة الكبرى المفيدة أي
السرعة التي بها يقطع الانسان مع مقاومة موانع محدودة مسافة يكون حاصل
ضربها في هذه المقاومة هو النتيجة الكبرى

فعلى الصانع الماهر لاسيما رئيس الورش والمعامل أن يبتذل الجهد في معرفة
القوة والسرعة اللتين باجتماعهما تحصل النتيجة الكبرى
واذا التفت ارباب الصناعات الى هذه الملاحظات فلا بد أن يحدث في معظم اشغال
الفنون نسب جديدة بين القوة والسرعة تكون اهم وافزع من النسب الحاصلة
بالتجربة والممارسة

وقد ذكر غير مرة موسيو نبالواي وهو من الماهرين العارفين بالآلات

في بلاد انكلترة أن من جملة استكالات اشغال المعادن الشهيرة التي ترتب عليها قلة التعب في صناعة الحديد السائل قصان سرعة المتعب تقصايها وبذلك عرفوا أن القوة اذا ضربت في المسافة المقطوعة تكون عظيمة جداً بالنسبة الى القوة المفروضة

وكثير من انواع الصناعة ما تكون فيه زيادة السرعة منشأ لقوائد جسيمة وقد مثلنا لذلك فيما سبق في الجزء الثاني من هذا الكتاب بالناسير المستديرة من حيث انه اذا زادت سرعة حركتها تولد عنها بالقوة المفروضة لها نتيجة عظيمة

واما تعب الاجسام بالاصاص والكلل والسهام وغير ذلك من الاجسام فانه عند زيادة السرعة لا يحتاج الا الى كمية قليلة من الحركة ومن هنا استعمل القوة التي بها تزيد سرعة الاجسام التي يرى بها في الحروب وهدم الاسوار ثم انه يلزم الاهتمام بان ثبت لكل نوع من انواع الصناعة تفاوت درجات السرعة اللازم لكل عملية ميكانيكية وأن نشر في مجموع مخصوص هذه النتائج النفيسة المترتبة على العملية عند استكمالها بتقديم القنون

وبقطع النظر عن النتيجة العظيمة المترتبة على ما بين القوة والسرعة من النسبة تجدد للسرعة فوائد خاصة بها يلزم الالتفات اليها

ولنفرض أن ورشة من الورش من اى فرع كان من فروع الصناعة تستدعي أن يكون رأس مالها مليونان من الفرنكات وانه يلزم لها من المواد الاولى لاجل التشغيل ما يساوى ٢٠٠٠٠٠٠ من الفرنكات في ظرف سنة وأن عدد الشغلة فيها مائة ومدة العمل ثلثمائة واثنا عشر يوماً واجرة كل واحد منهم فرنكا في كل يوم فيكون مجموع اجرة الشغلة ٦٢٤٠٠ فرنك فيضم اليها مقدار الراجح وهو ٦٢٤٠ فرنكا وكذلك مقدار ربح المليون المفروض للورشة وهو ١٠٠٠٠٠ فرنك فيكون مجموع المصاريف ١٦٨٦٤٠ فرنكا وذلك هو مصاريف تشغيل المواد الاولى التي

ناوى ٢٠٠٠٠٠٠ من الفرنكات في ظرف سنة فيكون ربح التاجر
عشرة في المائة ويلزم في تقويم البضائع المشغولة حساب المبالغ التي في هذا
الجدول وهي

مواد اولية	٢٠٠٠٠٠٠٠ فرنك
ما يخص قيمتها من الربح	٢٠٠٠٠٠ فرنك
مصاريف التشغيل	١٦٨٦٤٠ فرنك
المجموع	<u>٢٣٦٨٦٤٠</u>

فاذا فرضنا الآن انه يلزم لهذا الشغل مائتا يوم ومائتا عامل اجرة كل واحد
منهم فرنكان كما في الفرض الاول كان مجموع اجرة الشغالة ٨٠٠٠٠ فرنك
عوضا عن ٦٢٤٠٠ وهو مبلغ جسيم فتكون نسبة ٣١٢ يوما من
ايام الشغل السنوى الى ٢٠٠ يوم كنسبة ١٠ الى ٦,٤١
التي هي ربح المال في مدة التشغيل الجديد فعلى هذا لا تزيد مصاريف
التشغيل على ما في هذا الجدول وهو

اجرة الشغالة	٨٠٠٠٠ فرنك
مصرف الورشة	٦٤١٠٠ فرنك
المجموع	<u>١٤٤١٠٠</u>

فاذا اضربنا هذا العدد في ٠,٦٤١ نحصل معانا مبلغ ٩٢٣٦
فرنكا و ٨١ سنتيما وبإضافة هذا المبلغ الى ١٤٤١٠٠ فرنك
يكون المجموع ١٥٣٣٣٦ فرنكا و ٨١ سنتيما
وبذلك يمكن تحرير هذا الجدول وهو

اجرة لتشغيل	١٥٣٣٣٦ و ٨١ من
-------------	----------------

ربح البضاعة في ظرف مائتي يوم من ايام الشغل ١٢٨٢٠٠
مجموع من المواد المشغولة بطريقة التشغيل الجديدة بأن كان الشغالة مائتي
عامل والمدة مائتي يوم ٢٢٨١٥٣٦

وهذا بخلاف الفرض الاول فان اجرة الشغالة فيه لم تبلغ الا ٢٣٦٨٦٤٠

يطرح منها ٢٢٨١٥٣٦ و ٨١ م

فالباقي وهو الربح الذي يقسم بين الرئيس والصانعي هو ٨٧١٠٣ و ١٩ م
ويحصل هذا الربح مع زيادة المصروف الناشئة عن ككون الشغالة
يستغرقون في العمل اربعين الف يوم عوضا عن كونهم يستغرقون
فيه واحدا وثلاثين الف يوم ومائتي يوم (وحرف ف الموضوع فوق العدد
رمز الى الفرق م رمز الى الستيم)

وهذا المثال يتضح لنا أن الورش التي يكون رأس مالها جسيما بالنسبة
الى مصروف شغالتها ينبغي لها استعمال جميع ما يمكنها من الوسائط في سرعة
الشغل ولو في حالة ما اذا زادت على النتيجة العظمى التي يمكن تحصيلها من
الشغالة والآلات

وكلمات تقدمت الصناعة عندئذ من الامم وصار رأس مالها جسيما صارت
مقادير المواد الصناعية عظيمة بالنسبة الى مصاريف العملة فعلى ذلك ينبغي
اسراع الشغل حسب الامكان

فيلزم حينئذ أن نجعل من القواعد الصحيحة المضبوطة انه كلما استكملت
الصناعة عندئذ من الامم زادت السرعة في عملياتها الصناعية بحيث تنصل
عندها النتيجة العظمى في جميع الاوقات

ثم ان التفاوت الذي يكون في سرعة الاشغال يمكن معرفته معرفة جيدة
اذا قابلنا صناعة الاهالي الذين لم يبلغوا درجة الكمال في التقدم بصناعة
الاهالي الذين هم على درجة في ذلك فان جميع الاشغال عند الاهالي
الذين لم يتقدموا في الصناعة لا تحصل الامع غاية القصور وكذلك الانتقالات
والسياحات لا تصدر منهم الامع غاية البطء والتراخي فلامنع حينئذ أن يقال
ان الاشغال والانتقالات في اسبانيا قليلة السرعة جدا بالنسبة لغيرها
من ممالك اوروبا المتقدمة واتما ايطاليا فهي اقل بطأ من اسبانيا
و فرنسا اكسر سرعة واسرع منها ابريطانيا الكبرى

ومتى ملك الانسان رأس مال جسيما وعرف قيمته حق المعرفة كان الزمن عنده من اهم الاشياء واعظمها حيث ان ارباحه تزداد بازدياد العمليات التي تحصل في ذلك الزمن فعلى كل انسان أن يبذل جهده في عدم اضاعه الزمن وفي سرعة جميع الاشغال على اختلاف انواعها بمجرد ما تحصل عنده رأس مال جسيم فعوضا عن كونه يسافر ماشيا يركب عربة ولوزادت مصاريفها عن مصاريف المشي فاذا لم تسغه العربة بأن كانت تعوقه عن ادراك غرضه سلك مسلكا اخر يكون اسرع من ذلك كالبوسطة فان كان هذا الامر مهما جدا بحيث لا يسغه ذلك ايضا ارسل السعاة الذين هم اكثر سرعة من غيرهم وبالجملة فينبغي أن تكون مراسلاته اسرع من مراسلات الدولة وهذا الامر المرغوب الكثير النفع الذي هو زيادة السرعة بالتدريج في انتقال الاشياء والاشخاص منذ عدة قرون لا يسعنا أن نتكلم

عليه هنا تفصيلا وانما أتاني بطرف منه على سبيل الاجال فنقول

ان توزيع الاشغال معدود من قوى الوسائط في سرعة العمل واستكمالها وذلك انه كلما كانت الحركات المتوط بها الصانع قليلة لا اختلاف فيها

انت سبله التكرار مع السرعة والتكامل ومن ذلك تظهير النتائج الجيدة

المرتبة على توزيع الاشغال

واذا أردت بيان اهمية توزيع الاشغال بذكر المثال الشهير الذي يلهم به كثيرا

ارباب الاقتصاد والوفرو بيان ما ذكرناه من فائدة هذا التوزيع التي لم تصد

احد لبائنا الى الآن على ما يظهر وان كانت معدودة من النتائج الطبيعية

النشأة عن حواسنا المعبرة كأنها آلة قياس ومكررة للحركات الدورية

فتمثل ذلك بصناعة الدبايس فنقول ان الصانع اذا لم يكن متعودا على هذه

الصناعة بأن كان غير متمرن على تدوير الآلات اللازمة لها فانه وان كان

بكره من الخدق والمهارة لا يمكنه أن يصنع من الدبايس في مدة اليوم اعددا

قليلًا وقل أن يعمل منها اثني عشر ديوسا في يومه ويوجب الطريقة الجديدة

المرتبة الآن في عمليات هذه الصناعة لا يكون مجموع تلك العمليات وطيفة

واحدة بل توزع الى عدة اشغال خصوصية بحيث يكون كل منها
وظيفة مستقلة بأن يصحب أحد الصانع السلك المعدني مثلاً بواسطة
الآلة المعدة لذلك والثاني يساويه وبعده والثالث يقطع رأسه والرابع
يضع له سنا والخامس يسمن منه الطرف الذي يوضع عليه الرأس وهذا
الرأس ايضا من وظيفة اثنين من الصانع او ثلاثة وهناك ايضا عمليتان اخريان
احدهما تطريق الرأس والاخرى تبيض الدبابيس وهذه العملية غير عملية
تقب الاوراق ووضع الدبابيس فيما على ذلك تكون صناعة الدبابيس موزعة
الى ثمان عشرة وظيفة تقريباً يقوم بادائها في الورش المستكملة عدد كثير
من الصنابية كل له وظيفة تخصه

وقد ذكر ادم سميت في هذا المعنى ورشة صغيرة من جنس هذه الصناعة
صانعها لا يزيدون على عشرة ومقتضاه أن الصانع فيها يقوم بوظيفتين
او ثلاث وهذه الورشة وان كانت قليلة الآلات الا انه يحصل منها
في كل يوم ٦ كيلو غرامات من الدبابيس فهي على ذلك تصنع منها ما يزيد
على ٤٨٠٠٠ دوس فكل صانع يعمل عشر هذا المصنوع بمعنى انه
يعمل في يومه ٤٨٠٠ دوس وهذا بخلاف ما لو كان كل صانع
يشغل على حدة بدون أن يكون منوطاً بوظيفة مخصوصة فانه لا يعمل
في يومه عشرين دوساً بمعنى انه لا يصنع من ذلك مائتين واربعين جزءاً
مما يصنعه في صورة توزيع الوظائف واذا أمعنت النظر في هذا المعنى
لم تستغرب صدور هذه النتيجة من الصانع الواحد حيث انه يحدث
من الحركات ما يكفي في عمل هذا المقدار أعني ٤٨٠٠ دوس
كل يوم اذ لو فرضنا أن اليوم عشر ساعات لم يساو اليوم المعتاد بالنسبة
الى الورش الكبيرة لان الساعات العشرة عبارة عن ستمائة دقيقة او ثلاثين
الف ثانية فلو فرضت أن الصانع يعمل في كل ثانية خمس حركات وذلك فرض
مناسب خال عن المبالغة وحدث مجموع الحركات التي يعملها في الساعات
العشرة ١٨٠٠٠٠ فاذا قسمت هذا العدد على ٤٨٠٠ دوس

وجدت لكل دبوس من ذلك $\frac{1}{4}$ ٢٧ بخلاف ما إذا قطع الصانع الدبابيس عشرة عشرة وسنّها كذلك وعدّلها أيضا كذلك فإنه يلزم له في الحقيقة أن يحدث لصناعة كل دبوس ٢٧٥ حركة وإذا فرضنا أن جميع هذه الحركات تصادف محلا ولا يضيع منها حركة سدى كان هذا العدد كبيرا جدا بالنسبة لصناعة شيء هير كندبوس

وقد سبق أن الصانع إذا لم يكن متوقفا على تكرار هذه الحركات الأولية وأزم يعمل الدبابيس واحدا بعد واحد لم يعمل منها عشرين في كل يوم بمعنى أنه لا يمكنه أن يحدث في يومه من الحركات النافعة ما يزيد على ٧٥٦٠ حركة بل وتضيع منه أربعة لحاسر منه يدون فائدة ودنس وجوه * الأول بطء هذه الحركات وتراخيها * الثاني عدم الموازنة والاتلاف عند الانتقال من نوع إلى آخر في كل وقت * الثالث كونه لا بد له من تغيير بعض الآلات واستبداله ببعض آخر ثم تغيير هذا البعض أيضا بعد مضي مدة يسيرة وبإيجاد غير نسون لنفيسة المافعة لرؤساء المعامل والورش معرفة توزيع الأشغال إلى ساد أولية مهلة هذه المتابعة وتقليل عددها حسب الاسكان بحيث يكون كل جزء من الشغل موزعا على حدته على الصانع ور بما كانت فائدة التوزيع في الورش الكبيرة أعظم منها في الصغيرة تكررة الصانع في الكبيرة وزيادة عددهم على صناع الصغيرة ويسقى عند التوزيع مزيد الاعتناء بحساب مدة كل نوع من أنواع الأشغال حتى يحصل تناسب بين تلك الأنواع وعدد الصناع المنوطين بعملها وهذه الطريقة لا يبقى أحد منهم يدور على ويلغفون جميعا أقصى درجة في السرعة

ومن فوائد توزيع الأشغال التي يعملها الإنسان كون ذلك يؤدي إلى عدة عمليات مهلة منتظمة يمكن عملها بالآلات الميكانيكية مع غاية السهولة ففي مثال الدبابيس الذي ذكرناه يمكن أن يستعمل في سبب جلة من الدبابيس منصوعة في لورشة دفعة واحدة أحجار مخصوصة وكذلك يمكن استعمال الملاوى في طي جلة من الخيقات لصغيرة التي تتكون منها رؤس الدبابيس وثنيها

دفعه واحدة واستعمال القصات التي تقطع دفعة واحدة جلة من الخيوط المعدنية بحيث تكون على الطول المناسب لحجم الديابيس وأما اخراج تلك الخيوط من المسجبة فتصويها الى ديايس بالة واحدة متووعة الحركة فذلك من الامور الصعبة التي يحتاج الى كثير كلفة وكبير مشقة

فعلى ذلك تكون فائدة توزيع الاشغال متضاعفة اذ به نصير اشغال الانسان سرية وبصير اتحادها مع اشغال الآلات سهلا مؤثرا وقد سبق أن الحركات اذا تكررت تخرت عليها الاعضاء المخصوصة بها وصارت من اسهل شيء عليها بدون أن يكون للعقل في ذلك مدخلة الا انهم قالوا ان عدم مدخلة العقل في التعليمات من اعظم المضار التي تقرب الانسان من البهائم وقد يفضى الى تأخر استكمال الفنون الميكانيكية

وقد ذكر بعض الخذاق من المؤلفين أن اقبح شيء في الانسان هو أن لا يعرف مدة حياته الا صناعة عشر دوس فقط وذلك من اعظم المضار التي تخل بالصناعة وتضر بتقدم الفنون

ولكن لاجل الضبط في الصناعة ينبغي أن يلتفت الى المجموع لا الى التفاصيل وأن ينظر الى مجموع الصانع لا الى افرادهم فانك اذا قابلت اثنين مختلفين ببعضهما كالمقابلت مثلا اثة الرومان التي كانت تحتقر الفنون الميكانيكية باثة الانكليز التي تبذل جهدها في اقامة الآلات الميكانيكية مقام الانسان في الشغل وجدت في صورة تساويهما في عدد افراد الصانع أن احدهما تريد على الاخرى اماسا كثيرين لا يشتغلون بانفسهم كالبهائم

فكنت ترى في مبدء الامر عند الاثة الرومانية عددا كبيرا من الناس يشتغلون بأنفسهم في ادارة ابحار الطواحين لاجل طحن الصبح وعصر الزيت ورفع الماء لما أن رؤساءهم كانوا يجهلون فن استعمال القوى الطبيعية الذي يتقده الانسان من مثل هذه الاشغال الصعبة التي هي البقي بالبهائم المعدة لنقل الاحمال وجره الانتقال بخلاف الانكليز فان هذا الشغل عندهم انما يكون بقوة الماء والهواء والبخار

وكذلك في الفنون الخشبية المستغلطة ترى أن جملة من الاعمال الصعبة
الحاذية التي كان يعملها عند الرومان في اثناس امسبه بالهائم لاتعمل الآن عند
الامم المتقدمة الا بواسطة الآلات فعوضا عما كان عند الرومان من كثرة
الملاحين الذين يسرون المراكب بواسطة المجاذيف مع غاية المشقة التي بها صار
هذا العمل يضرب به المثل في كل شغل صعب بل واقول عوضا عن غير ذلك من
اشغال السفن الصعبة استعمل المتأخرون قوة الهواء فتراهم الآن يستعملون
الجار حتى استراح السفان من كثير من الاعمال التي تجعل صناعة البحر
من اصعب الصنائع وان كانت متقدمة مستكملة

ونعاه ما عرفته من الفرق بين شغالة المتقدمين وشغالة المتأخرين هو أن المتقدمين
كانوا يعملون بأنفسهم الاعمال الصعبة التي هي أليق بالآلات واما المتأخرون
فيعملونها مع الخفة والسهولة ألا ترى أن الاول كانوا يديرون الاجار بأنفسهم
والاخر يسنون الدبابيس وكان المتقدمون يحتركون المجاذيف الثقيلة
بأيديهم والمتأخرون انما يديرون اللوالب او يرفعون الصمام ومثل ذلك بحسب
الظاهر لا ينفى الى تعب ولا يفسر بصحة البشر

وقد اظهرت صناعة المتأخرين اعمالا كثيرة كان يجملها القدماء بالكلية وكانت
سببا في اتساع دائرة العقل وازدياد المعارف فان طواحين الهواء والماء والجار
زيادة على كونها اقتدت النوع الانساني من معاناة هذه الاشغال الصعبة التي
حقها أن تكون بواسطة الآلات تستدعي بالنظر لمعارفها وصناعتها كثيرا
من الصنائع الماهرة من اصحاب المعارف الذين لهم خبرة بالميكانيكا والطبيعة
والكيمياء وكذلك بقية الحرف على اختلاف انواعها كصناعة الساعات
والآلات الحساية والآلات الهيئة والآلات النظر ونحو ذلك فانها تستدعي
صناعا متميزين ذوي قرائح ومعارف وبذلك يعرف أن الفنون التي جهناها
المتقدمون وعرفها المتأخرون كثيرة جدا ولا شك أن كل فن منها يستدعي
صناعا مخصوصين وآلات جيدة ومجموع ذلك كله يستدعي ايضا بالنظر
لاجرائه وعموم ادارته وكذلك بالنظر لعملياته الاملية انما سدوى خبرة صحيحة

وعقول ذكية رجيحة

ولامانع أن يستنبط من ذلك اعتمادا على حوادث صحيحة واقعية أنه مع توزيع
الاشغال ومع الصناعة الآلية التي انخرط في سلكها عدة فنون مستكملة
بواسطة تقدمات هذه الفنون لاسيما باستكشاف الميكانيكا يوجد الآن
من الصناع المحتاجين الى ما هو لازم لصنعهم من الفطنة والممارسة اكثر
مما كان يوجد منهم في الزمن السابق عند الام التي لم تكن الصناعة عندهم
مستكملة وقد عني أن لا التفت الى ما وقع من الاعتراضات الواهية
والمناقشات اللاغية في شأن استعمال الآلات وتوزيع الاشغال لما أن ميل
الحواس الى تكرار الحركات البسيطة السهلة المتشابهة مع الانتظام والسرعة
يجعل هذا التوزيع من اهم الامور واكثرها فائدة

وانما يجب الالتفات الى معرفة الوسائط القوية المتنوعة التي تستعمل
في تحصيل نتيجة عظيمة من القوى البشرية المنتزعة على اشغال الصناعة
بحر يجب تقسيم تلك الاشغال وتوزيعها اللازم وانما تحصل تلك النتيجة
باستعمال العدد والآلات والادوات الجيدة وبالاسراع في العمليات سرعة
مناسبة لقوة المواد وللأهمية ولزوم الاحتياجات التجارية وبأن يضاف
الى ذلك جميع وسائط المعرفة والمهارة التي بها يمكن اجتناء ثمرة ما ينتج عن
الملاحظة والدقة

فنبعث حينئذ عن تعليم الناس المعدين للصناعة وهذا التعليم ليس الغرض
منه مجرد تعويد الاطراف والجسم على الحركة بل الغرض منه ايضا استكمال
الحواس كما ذكرناه في الدرسين الاولين وكذلك استكمال العقل ومعرفة القراءة
والكتابة والحساب والهندسة والميكانيكا المستعملة في الفنون

فحتى في جميع تلك الوسائط الى بعضها لاجل أن تحصل من القوة البشرية
على اعظم نتيجة ممكنة تعجبا غاية العجب من النتائج العديدة المتنوعة الكاملة
المتحصلة من هؤلاء الناس فاذا زدنا في الناس المهتمكين على الصناعة وسائط
المعرفة والتعود على الملاحظة فان استكالات الفروع التي نشأ عن مجموعهم

نتائج عظيمة ترد في جميع أنواع المشاعر وترد دست الحركات وتكثر
وبندعات ولا بد أن يكون فيها أشياء مهمة كثيرة لصنع وبهذا تأخذ
حصة في سرعة التقدم وتستكمل

وحيث أن في هذه الحركات على شعاع مساهم ليدية وحسب عاكس ملتفت
في هذه العرص لهم مقبول القوة مساهم ليدية من كثير من قوة رجال
لهم في عرصه لأمراس كثيرة فمن متى حمل من غير مقدرات على
الشغل اليدوية كثيرة لربما كان غير صاعات لشعاع الصاعدة مقلتها
في أواخر مدة الحمل وفي أيام الولادة وما در بها وكدت في مدة الزمان
وتربية الأطفال لا يتبع بين في أعمال النساء

فبعد معنى أن لا ينادى النساء لا بالشغل التي مدحليه ليعقل وبما أعظم
من مدحلية القوة الطبيعية فوعتولون على في رقة كثير وديت في اليد
يريد النساء رتبة في ما كان من اليد اليدوية لهما في صاعدا
استندى واما اسكر وقوة مطقة في جميع الوقت

وحيث في الصاعدة متى تقدمت وجد فيها شعاع كثيرة يبق بالنساء من
لمرة في قدر مثلا على مباشرة لشعاع اليدوية قوتها لاهم في ملاحظ
حركته له قوية في قوة هاعن حركته وتحر كها بواسطة رقيقة صغيرة او وتر
خفيف بحيث يالها امر هذه العمل احسن من اقوى من الرجال

وعلى رؤساء العمال ونورش أن يورعوا شأهم على الخصائص نور اما مساهم
حيث كون النساء في اوطاف يتدرون على احرائها بهذه الطريقة يمكنهم
يقولوا حرة لرجل وكون كمنوع امر صانع جيه ابلغ مقدار عظمتها

وجميع ما في حق مساهم يقال في حق الأطفال بمعنى أنه لا ينبغي أن يسلطوا
لهم في وسعهم من المشاعر التي لتدبر احدهم ويغني ايضا
بمعنى لهم من رهن مدحه كدنية تنسج ويهاد ثرة عقولهم ادى التملكت
ارجع ما به وسنت في لدرس ثامن ولتاسع في الصاعدة من حرة الثاني
من هذا (د) وهناك امر حرمهم جدا يتعاق تربية طائفة الصانع

وهو انه يلزم تعويدهم بالتدريج على احترام بعضهم بعضا وعلى معرفة اهمية المعيشة الاهلية المنتظمة وعمرينهم على معرفة ما يترتب في الممالك المتقدمة من السوود والشرف على حسن سلوك الرجال والنساء وتوقير بعضهم بعضا الذى ينشأ عنه ايضا الائتنام والسعادة ومتى رأيت الراحة ناتجة عن تقدم الصناعة واستكمالها وجدت الاشغال البدنية التى كانت لا تعمل الا بالقوى البشرية تعمل بواسطة الآلات ورأيت اعمال الصناع تستدعى مزيد العلم والتفكر والفتنة والتمييز وبما ترتب على هذا التغيير والاصلاح الحاصل فى الاشغال اصلاح الاخلاق وتهذيبها وبذلك تحصل مبادئ السعادة الاهلية والراحة العامة

(درس الخامس)

(فيما يتعلق بقوى الحيوانات)

ومع ما نحن عليه من استكمال العلوم واتساع دائرة الفنون لم نزل نستغرب ما عليه النوع البشرى من كمال العقل وقوة الفطنة التى وصل بها الى استعمال قوى المواد الغير الحية فى تحصيل محصولات منتظمة ونتائج صحيحة مضبوطة القياس من حيث أبعادها ومدتها وشدةها

واغرب من ذلك هو أن البشر عرفوا من مبدء التمدن والاجتماع والتأنس طريقة تقع الحيوانات ذات العنفوان والشدة وكيفية تذليلها وعرفوا ايضا طريقة تغيير ما لا يقبل التغيير وميزوا بين طبائع الاجناس والاصناف وعرفوا كيف يكسبون هذه الحيوانات صفات التذلل والتأنس والاقبال والطاعة بدلا عن الفور والتوحش حتى انطبع ذلك فيها وصار من صفاتها الغريزية وهذا هو اول ما استكشفه العقل البشرى واستدرجه من حير الجاهالة ولكن هذا الامر الذى هو فى حد ذاته يوجب التعجب والاستغراب على الدوام قل استغرابه وتناقض استعظامه بسبب تكرره واعتياده

قل أن يكون لنا الا أن فضل فيما يصدر عنا فى هذا المعنى من التذليل والتأنس والتعالم للحيوانات التى تأنس منذ مدة طويلة حتى صرنا نستخدم اصنافها

في ضرورتنا واحتياجاتنا وصارت افرادها بالنسبة اليها كالعبيد
والاصحاب بل اذا قابلنا هذه الافراد بافراد اخرى من صنفها متوحشة
لم تتأنس ولم تخالط النوع الانساني عرفنا انه لا بد للبشر من مزيد المهارة
والصبر والشجاعة حتى يذلل عذة عظيمة من تلك الحيوانات التي هي اكثر منه
سرعة وقوة وجسارة

وليس في الحيوانات المتأنسة ما يستعمل في الاشغال الا اصناف قليلة
وذلك لان معظمها لا يستعمل الا في ضرورة الغذاء والقوت وبعضها
يستعمل في مجرد الحطوط والاهو كالطيور المفردة والحيوانات المقلدة ومنها
ما هو كثير التلطف والتودد فيكتسب بذلك منا الميل والمعزة حتى نتخذ
صاحباً ورفيقاً غير أن هذه الحيوانات لما كانت مجردة عن التصور والتفكير
في شأن صروف الدهر من سعادة وشقاء كانت في خسة العبودية وذل التبعية
على حالة واحدة بحيث لا يزيد ذلك فيها بازدياد عظمنا وثروتنا ولا تنقص
بنقصان اموالنا وقوتنا فلذا كان الانسان اذا اشتد فقره وصار على غاية
من الذقة والمسكنة لا يبقى معه من الاصحاب الا الكلب

ثم انه زيادة على اهمال اصناف الحيوانات التي لا تستعمل الا في الاهو
والحطوط وعدم التعرض للكلام عليها يلزم أن تقتصر هنا ايضا على اصناف
الحيوانات التي يتحصل عن قوتها محصولات ميكانيكية كثيرة الفائدة والمنفعة
فنعول

ان هذه الاصناف المهمة تختلف باختلاف صورها الظاهرية وراكبها
الباطنية وهذا الاختلاف الذي هو من موضوع علم التشريح المقابل
والفلسوفية ينشأ عنه في هذه الحيوانات تفاوتات شتى بالنظر الى قوتها
من حيث هي وبالنظر الى كيفية استعمال قواها والى مدة الشغل الذي
في طاقتها ولما كان لا ينبغي لنا هنا أن نتكلم تفصيلا على هذه التفاوتات لكونها
من موضوع علوم اخرى رأينا أن تقتصر على اراد بعض امثلة سهلة
معارفة يتوصل بها الى معرفة هذه الاختلافات الكبيرة فيما يخص القوة

والتركيب فنقول

إذا اعتبرت حيوانا من حيث جلال صورته وقوة بنيته وكونه يرفع مع الخيلاء
والاعجاب رقبته اللينة ورأسه الذي يلوح عليه علامات الجمية والشدّة وكونه
لين الجسم ناعم البشرة قابلا للحركات السريعة المتنوعة دقيق عظم الساق
ثابت القدم إذا سار رأيت لسيقانه واقدامه اتصالات متنوعة واندفاعات
مختلفة باختلاف انواع السير بطا وسرعة وكذلك من حيث صبره على قطع
المسافات الكبيرة واقتداره على مجاوزة الخنادق والحفر الواسعة والربوات
العالية بوثبة واحدة وكونه هو الذي أمكن استعماله من الحيوانات لجبر
ما فينا من البطء وعدم ادمان الحركّة وجدت هذه الاوصاف الصحيحة
وان كالم نستوعبها كلها متحققة في صنف الخيل الذي أمكن للنوع الانساني

تذليله وتعويده على السير والحروب

وإذا اعتبرت حيوانا آخر لم يكن على هذه الصفة اللطيفة بل كانت اعضاءه
صلبة ورأسه ضخما ثقيلًا مرتبطا بالجذع بواسطة اعصاب كثيفة وجهته
عريضة لها قوة عظيمة في الدفع والمصادمة وحركته في المشي بطيئة لقصر
سيقانه وعدم لين مفاصله لكنه كثير الصبر والمداومة على مكابدة العمل حتى
انه يستغرق الايام الطويلة من الفجر الى الغروب ماعدا بعض اوقات قليلة
للاستراحة في شق الارض اليابسة الصلبة وجدت هذه الاوصاف متحققة
في صنف الثيران الذي ينبغي استعماله في المجهودات العظيمة والمشايق الجسيمة
مع التؤدة والتأني

ومعرفة مثل ذلك اهم واولى من معرفة تأليف الحيوانات وتسييرها ومعرفة
طبائعها بل واقول انها هم ايضا من تعلمها وتربيتها وهي ليست اجنبية
مما نحن بصدد غير انه لما كان استيعاب الاوصاف على الوجه المذكور
مما يطول شرحه لم أنكتني في ذلك بالا حالة على ما ذكره منها بوفون
في طبائع الحيوانات فانه بذلك اكسب الشهرة الخلدّة وحاز الفضل وحسن
السيرة الدائمة مادامت تلك الحيوانات التي أحسن في وصفها بأسلوب فصيح

وأجاد في بيان طبائعها على وجه صحيح
 وأحيل القارئ ايضا على مختصر مفيد للمؤلف بوريلي تكلم فيه على قوة
 الحيوانات وكذلك أحيل على بعض دروس من التشریح المقابل للمعلم
 جوويه جمعها ونشرها المعلم دي موريل احد اعضاء اكاديمية العلوم
 فان هذه الدروس تكلمت على سكون الحيوانات وحركتها بالمحفوظات دقيقة
 ومناقشات نفيسة تنفع من أراد استعمال قوة الحيوانات في الصناعة
 والافوق أن يؤلف في ذلك كتاب كامل يشتمل على تربية الحيوانات النافعة
 ويتكلم على الوسائط المتنوعة التي تستعمل في تدليلها وتعويدها على الاشغال
 التي يحتاجها النوع الانساني فاذا شرح هذا الكتاب بما يحتاج اليه من
 الهندسة والميكانيكة والتشریح والفلسوفية واستحسن ما فيه من العمليات
 الاصلية باجرائها على التواعد والتسائج النظرية فلا بد وأن تتصل منه على
 معارف جديدة جيدة تخص استعمال قوى الحيوانات في اشغال الصناعة
 مع كثير من النفع والفائدة

وقد يستعان على الاشغال في بلاد الشمال بيشير الوحش اذ اتانس وفي بلاد
 المناطق المعتدلة بالفرس والحمار والبغل والزرر والجاموس والخاب
 وفي الاقطار الخارية بما را نخطط والصيل والجل والجبان وغير ذلك ولا تعرض
 للبحث عن القوى الحيوانية التي يمكن استعمالها في الصناعة بغير اقطارنا
 ولانقتصر على الاهتمام بمعرفة النوع الاصل من الحيوانات الشغالة التي هي
 كلها من ذوات الاربع كما يشهده العيان لشرط قوتها وقبولها لتناس اكثر
 من غيرها ونبء منها بالخيال لانها اكثر استعدادا للعمل والجزر وانواع السرعة
 المتفاوتة وانما تبدل على قطع المسافات الطويلة اليومية فتعمل
 ان الخيل ليست على حد سواء في الاستعداد بجميع انواع الحركة بل منها
 السمين الذي لا يصلح الا لجزر الاحمال الثقيلة ومنها النحيل النيف المرتفع
 القامة الذي يصلح للعدو والجرى اكثر من غيره
 وللعادة دخل في اكساب الخيل استعدادا قليلا او كثيرا لانواع كثيرة من

الاشغال فتجد الخيل المتعودة على السير في البلاد الجبلية مثلاً تصعد وتهبط على الطرق الوعرة المتحدرة بدون تعب بخلاف المتعودة على مجرد السير في السهول

وبالجملة فأنواع الخيل مختلفة فمنها ما هو على القامة ومنها ما هو عريض ومنها ما هو قوى ومنها ما هو رشيق خفيف وهي ايضا متفارنة في هذه الاوصاف وله وكثرة وبموجب تلك الاوصاف المختلفة يكون استعمالها في العمل للزينة والرفاهية ومنها ما يستعمل في الاشغال النافعة كغيره من الحيوانات المعتدة للعمل او الجتر ومنها ما يستعمل في السير البطيء ومنها ما يستعمل في السريع سواء كان كل من البطء والسرعة قليلا او كثيرا وفي مملكة فرانسيا بعض أنواع من الخيول الطريفة المستعملة لجميع الشروط اللازمة لاسائر الاشغال لانها السوء الحظ قليلة الافراد وهي ايضا صغيرة ضعيفة فان الحروب الاخيرة هلك فيها بالتدريج معظم تلك الخيول النفيسة حتى اضطررنا الى بذل الجهود في تعويض ما خسرت الصناعة من هذا النوع

ثم ان الفرس الجيد الذي يحمل فارسه وجميع ما يلزم لهما من الادوات واللوازم ~~يحتاج~~ أن يقطع مع هذا الحمل الذي يبلغ ٩٠ كيلوغراما مسافة ٤٠ كيلومترا في ظرف سبع ساعات او ثمانية من كل يوم فتكون جملة شغله اليومية ٣٦٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد

والحمل المعتاد للفرس المعداد من حيوانات الاحمال قد يحصل فيه التفاوت من ١٠٠ الى ١٥٠ كيلوغراما بمعنى أن نتيجة شغله النافعة ٤٠٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد في طريق أفقية تقريبا

وقد سبق أن نتيجة شغل الحمل اليومية عبارة عن حمل قدره ٤٤ كيلوغراما يتقل الى ٢٠ كيلومترا أعني ٨٨٠ كيلوغراما منقولة الى كيلومتر واحد وذلك عبارة عن خمس نتيجة الشغل اليومي للفرس المستعمل لحيوانات الاحمال فعلى هذا يمكن نقل هذا الحمل في يوم واحد الى نفس تلك المسافة بعشرين فرسا او بمائة رجل فاذا جرينا على ما هو المعتاد من تقويم قوة

فرس الحمل بقوة ثلاثة رجال يحملون الانتقال على ظهورهم فأقل ما يبلغ الخطأ
٤٠ في كل مائة

وأعظم طريقة في استعمال الخيل هي أن تستعمل حيوانات الجر لا حيوانات
الحمل فإذا علمنا بمقتضى ما يوجد في الخانات التي تخرج منها لاجال من
الحسابات المنظور فيها الى القوة المتوسطة لخيول الجر رأينا أن الفرس يمكنه
أن يجر في اليوم الواحد ٧٠٠ كيلوغرام فصادا الى ٧٥٠ بدون
أن نحسب في ذلك ثقل العربية ويمكنه أيضا أن يقطع هذا الحمل على طريق أقيية
مسافة ٣٨ كيلومترا في اليوم الواحد فعلى ذلك تكون نتيجة شغل النافعة
٧٠٠ كيلوغرام او ٧٥٠ مكررة ٣٨ مرة ومنقولة الى كيلومتر
واحد بمعنى انها في الصورة الاولى تساوي ٢٦٦٠٠ كيلوغرام
وفي الثانية ٢٨٥٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد ومن هنا
تظهر منفعة الآلات فتسألوا استعمال آلة بسيطة خفيفة الكلفة كالعربة
التي تارة ذات العجلتين رأينا أن ما كان يتحمل بالحل على الظهر
٤٠٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد يتحمل بجر هذه الآلة قدر ذلك
سبع مرات

ولو قاربنا شغل حصان يتحمل بالجر بشغل انسان يحمل على ظهره وجدنا نتيجة
الأول قدر نتيجة الثاني ٣٢ مرة فذن كل اثنين وثلاثين رجلا لا ينقلون
بالحل على ظهورهم الا حمل حصان واحد يتحمل بالجر وهذه نتيجة
مهمة جدا

وخيل الجر تمشي دائما بالتأني والراحة وانما تكون حركتها بطيئة قليلا
في الصعود وسريعة قليلا في الهبوط وهذا تقريبا كسير الجيوش الفرنسية
السريع فهي تقطع في الساعة الواحدة مسافة ٤ كيلومترات فأكثر
الى

ولتكم الآن على شغل الخيل المستعملة في جر العربات مع سرعة السير فنقول
ان عربات السفراى العربات التي ينزل فيها المسافرون لا يجرها عادة الا لخيول

التي تسير خيلاً بحيث تقطع في الساعة الواحدة بريداً أعنى ٨ كيلومترات
فعلى ذلك تقطع في اليوم الواحد مسافة ٣٤ كيلومتراً فصاعداً إلى ٣٨
وهي على العموم كل واحد منها يتقل ثلاثة اشخاص بأمتعتهم ولا يحسب عادة
على السباح ١٥ كيلوغراماً من أمتعته بل ربما كان معه ضعف ذلك
بدون حساب ولا يحسب عليه أيضاً ما معه من الصرر التي تخص مأموريته
مع أن ذلك كله محمول على العربية وحينئذ فلا مانع أن نقول بدون مبالغة أن
جمله الاثقال التي لا تحسب على كل مسافر تبلغ ٥٠ كيلوغراماً وبإضافتها
إلى زنة جسمه المقدرة بسبعين كيلوغراماً تبلغ ١٢٠ كيلوغراماً
وبإضافة ذلك إلى الثقل المقدّر لكل حصان تبلغ ٣٦٠ كيلوغراماً فإذا
ضربنا هذا العدد في ٣٦ كيلومتراً التي هي مقدار المسافة المتوسطة
المقطوعة في اليوم الواحد تحصل معنا ١٢٩٦٠ كيلوغراماً منقولة إلى
كيلومتر واحد

وقد كان يمكنني أن أخذ بعض هذه الحسابات من رسالة جونيرو التي ألفها
في تجربة علم الآلات الإلآني وجدت النتائج التي استخرجها من هذه
الحسابات تحتاج إلى بعض تحقيق ونظر

ثم إننا نجد مقدار ١٢٩٦٠ كيلوغراماً المنقول إلى كيلومتر واحد هو
النتيجة النافعة للحصان الذي سرعته في السير ضعف سرعة حصان الجر الذي
نتيجته النافعة ٢٥٨٠٠ كيلوغراماً منقولة إلى كيلومتر واحد فعلى ذلك
إذا لم نعتبر الاثقال الأشياء المراد نقلها والمسافة المراد قطعها بدون اعتبار للزمن
رأينا أن الأصوب استعمال خيول الجر دون خيول عربات السفر
ولاجل نقل الاثقال والاشخاص من مدينة باريس إلى مدينة كالس
نأخذ عربية السفر على كل كيلوغرام اجرة متوسطة قدرها ٢٥ سنتيمات
وأما عربية الجر فنأخذ على كل كيلوغرام ٩ سنتيمات
ونسبة النتائج النافعة اليومية لخيول السفر وخيول الجر كنسبة ١٠٠ : ٢٢٠
بجلاف نسبة اجرة النقل فإنها كنسبة ٢٧٨ : ١٠٠ حينئذ

يومية حصان عربية السفر تزيد على يومية حصان عربية الجزر الربع تقريبا ولكن هذه الاجرة لا بد منها لاصحاب البوسطة مكافأة لهم على سرعة خيلهم ولا بد منها ايضا للصناع عربات السفر نظرا الى أن عرباتهم أعلى قيمة من عربات الجزر

وهذا التقريب يكفي في بيان أن تقويمنا لنسب التي بين التسايج النافعة لعربات السفر وعربات الجزر ليس بعيدا عن المقدار المتوسط الحقيقي لان مثل هذه المباحث يقتصر فيها على التقريب الممكن واذا لم نلتفت الا الى الاتصال في كمية العمل وأجرة النقل فلا نستعمل الا عربات الجزر كما تقدم

ثم ان عربات السفر الاونية اى التي هي اول ما صنع من هذا النوع كانت لا تزيد في السرعة على عربات الجزر قليلا ومع ذلك كان في استعمالها اقتصاد ووفر عظيم ونات ملائمة لبلاد التي كانت فيها الصناعة اذ ذلك غير متقدمة والمعارف غير متسعة والمن كلما تقدمت الفنون واتسعت دائرة التجارة وجدت كم في الدرس لسابق انا ما كثيرين من اصحاب الاشغال المهمة يعرفون قيمة الزمن حق المعرفة فخل هؤلاء الاشخاص يحبون السفر بغاية السرعة ولو بلغت الاجرة ما بلغت فهذا هو اصل زيادة السرعة في عربات السفر بالتدريج ومن ثم كانت البلاد التي استكملت فيها الفنون واتسعت فيها دائرة التجارة هي التي يسافر فيها الاشخاص مع غاية السرعة في بلاد ايطاليا لا يسافرون الا على عربات سرعتها تزيد النصف على سرعة عربات الجزر وفي فرنسا تسعون سرعتها ضعف سرعة عربات الجزر مرة ومرتين وفي ادمارة ثلاثا اواربعاً وكثير من طرق هذه المملكة ما تقطع فيه الخيل في الساعة الواحدة مسافة ١٢ كيلومترا وفي اليوم الواحد مسافة ٤٠ كيلومترا فاضاعا الى ٤٨

وكل أربعة من خيل الانكليز تجزأ أربعة اشخاص يجلسون في داخلها وتسعة فوقها واثنان في كل العربي فالجملوع خمسة عشر

فأذن كل حصان إنكليزي يجتز ثلاثة أشخاص و ٣ وذلك أكثر من الخيل
الفرنساوية ولكن العربات الانكليزية خفيفة جداً حتى انه لا يحتاج فيها الى
سواق يركب ظهر الحصان فينقص قوة الثلثين تقريباً
فاذا قدرنا أن السباح مع اقله يبلغ في انكلترا ١٢٠ كيلوغراماً
كما في فرنسا رأينا أن الحصان الانكليزي ينقل ٤٥٠ كيلوغراماً الى
مسافة ٤٠ كيلومتراً وهو يساوي ١٨٠٠٠ كيلوغرام مقولة الى
مسافة كيلومتر واحد (ولملاحظ أن اقل السباح في انكلترا أقل بكثير
مما في فرنسا كما أن عربات السفر فيها لا تحمل من الاثقال ما تحمله العربات
الفرنساوية)

فأذن النتيجة النافعة للحصان الانكليزي الذي يجتز عربة السفر تزيد نحو
الثلث تقريباً على نتيجة الحصان الفرنسي
وقد تصدى بعض مؤلفي الارلندية الى مقابلة الصناعة الفرنسية بالصناعة
الانكليزية فلم يقتصر على أن يفضل بكثير ابناء وطنه على اهل فرنسا بل فضل
ايضاً خيول مملكته على الخيول الفرنسية وجعل بينهما تفاوتاً عظيماً حيث
اثبت بمقتضى حساباته أن نسبة قوة الحصان من خيول البريد المستعملة
في أدنى البوسطات يلاذ انكلترا الى قوة الحصان الفرنسي المستعمل
في جزر العربات السفر كنسبة ٩ : ٤ مع انك اذا قومت زنة الاثقال
والعربات تقوياً صحيحاً وجدت النسبة الحقيقية لا تبلغ ٦ : ٤

ومع انه قد تبين خطأ هذا المواقف في حساباته فعلياً أن نلاحظ أن الاته التي
لا تفصل خيلها على خيل البلاد المجاورة لها الا بالثلث او الربع فقط تكون
على فائدة عظيمة ومنفعة جسيمة اذ بواسطة هذه الحيوانات المساوية للحيوانات
المفضولة في العدد وفي كمية الغذاء تقريباً تكون النتيجة المتحصلة عندها زائدة
الثلث او الربع على النتيجة المتحصلة عند غيرها من اصحاب الخيول المفضولة
ولكن خيول انكلترا المستعملة في انواع الاشغال الصناعية على العموم لاسيما
المستعملة في جزر العربات عموماً يزيد عددها بكثير على عدد الخيول المستعملة

في هذه الاشغال يولد فرانساً فعلى ذلك يكون الانكسار أكثر جدّاً في الحركة والانتقال من العنساوية

وقد اشتغلت فيما أبديته من الابحاث في شان قوة ابريطانيا الكبرى بالمقابلة بين محصولات هذه المملكة المتحصلة من النوع الانساني وغيره من الحيوانات ومنتجات مملكة فرانساً فظهر من ذلك بين المملكتين نسبة تقريبية ينبغي الالتفات اليها ولنبداً من ذلك بمقابلة عدد الافراد من كل نوع فنقول

في فرانساً في ابريطانيا الكبرى نسب

النوع الانساني	١٣٠٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠٠	٢٠٨٦ : ١٠٠٠
الخيل	٢١٢٢٦١٧	١٧٩٠٠٠	١١٨٦ : ١٠٠٠
البقر وغيره	٦٩٧٢٩٧٣	٥٥٠٠٠٠	١٢٦٧ : ١٠٠٠
الحيوانات ذوات الصوف	٣٥١٨٨٩١٠	٢٦١٤٨٤٦٣	١٣٤٦ : ١٠٠٠

ولتقابل الآن عدد النوع الانساني بعدد الحيوانات بأن تذكر من هذه الحيوانات عدداً يتناسب عشرة آلاف من الاهالي فنقول

في فرانساً في ابريطانيا الكبرى نسب

الخيل	٦٧٨	١١٩٣	١٠٠٠٠ : ١٧٥٩٦
البقر وغيره	٢٢٢٧	٣٦٦٦	١٠٠٠٠ : ١٦٤٦١
الحيوانات ذوات الصوف	١١٢٤٢	١٧٤٣٢	١٠٠٠٠ : ١٥٥٠٦

وإذا جعلنا قوة الانسان المتوسطة حدّاً للمقابلة ظهر لنا على وجه التقريب ان الاعداد الاتية القوي المتحصلة من الانواع الاتية

في فرانساً في ابريطانيا الكبرى

المتحصل من النوع الانساني	١١٠٠٠٠٠	٥٠٠٠٠٠٠
من الخيل	١١٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠
من البقر وغيره	٢١٠٠٠٠٠	١٦٥٠٠٠٠
فيكون مجموع تلك القوى الحيوانية	٤٣٠٠٠٠٠	٣١٥٠٠٠٠

وبناء على ذلك تكون نسبة مجموع قوى النوع الانساني في مملكة فرنسا الى مجموع قوى غيره من الحيوانات كنسبة عشرة الى تسعة وعشرين وفي ابريطانيا الكبرى تكون نسبة مجموع قوى النوع الانساني الى مجموع قوى غيره من الحيوانات كنسبة عشرة الى ثلاثة وخسين

واما الزراعة التي يستعمل فيها معظم قوى الحيوانات غير النوع الانساني فان شغل الانسان اللازم فيها لتكميل هذه القوى لا يقوم به في ابريطانيا الكبرى الاثلث الاهالي بخلاف فرنسا فانه لابد فيه من الثلثين وعليه فالخصوص باشغال الفنون والصنابع من اهل ابريطانيا الكبرى هو الثلثان ومن اهل فرنسا الثلث فقط وهذا بمجرد يدل على أن المحصولات الصناعية والتجارية التي تحصل في ابريطانيا الكبرى بواسطة القوة الحيوانية المنفعة الى القوة الانسانية تفوق بكثير محصولات فرنسا

ولهذه الحيوانات المستعملة في اشغال الصناعة والفنون منفعة اخرى في الصناعة فانه يحصل منها مواد اولية كثيرة النفع والفائدة حتى ان الصناعة في ابريطانيا الكبرى تجدد كثيرا من المواد الاولية اللازمة لكل شخص من حيث شغل وصنعتة كالجلد والشعر والقرون والعظام والامعاء وغيرها ويزاد على ذلك اصواف الحيوانات ذوات الصوف وجلودها فلذا كانت اشغال الصناعة يلزم لاجرائها مع ملاحظة النسبة المقررة كمية عظيمة من الأشخاص وكذلك الحيوانات التي يستعين بها الانسان على اشغاله فانه يحصل منها ايضا في ابريطانيا الكبرى مقدار عظيم من المواد الاولية بالنسبة لما في فرنسا ولما كانت حيوانات ابريطانيا الكبرى على العموم اقوى من حيوانات فرنسا كان الغذاء المتحصل منها للانسان في نسبة ١ الى ٣ تقريبا وحيث كان هذا الغذاء الحيواني بتلك المثابة اي زائدا بقدر ثلاث مرات فان شغالة ابريطانيا يكتسبون منه ايضا قوة عضلية كبيرة ويكتسبون منه ايضا قوة على تحمل المشاق الصعبة والتحمل لها زمنا طويلا

هذا ولا اطلب هنا في هذه الملاحظات لاني ما تكلم عليها تفصيلا وأبينها بيانا شافيا عند طبع بعض رحلاتي الذي تكلمت فيه على القوة المنتجة في ابريطانيا الكبرى

وقد عدت في مملكة انكلترة ٢٠٠٠٠٠٠ حصان من الخيول الجرزارة المعلقة في العربات الصغيرة والكبيرة التي تستقل ثلثائة يوم من السنة ويجز كل واحد منها في كل يوم ٨٠٠ كيلو غرام الى مسافة ٤٠ كيلومترا فيكون المجموع الكلي في السنة الواحدة ٩٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الكيلوغرامات منقولة الى مسافة كيلومتر واحد فاذا أضفت الى هذا المقدار الشغل الذي لا يتقص عن عشرة اضعاف المجموع المذكور كاشغل المتحصل من خيل عربات السفر وعربات الوسطة وخيل التعليم وخيل الحرث عرفت كمية القوى العظيمة التي ينتفع بها الانسان من الخيل في اراضي انكلترة القليلة الاتساع ولا تنس أن مجموع القوى المتحصلة عن الاكثان البخارية يزيد بكثير عن مجموع قوى خيول الجر وخيول الزينة معا فاذا حسبت بعد ذلك ما يستعمل في الملاحاة على الانهار والجبلان والشواطئ من قوى الماء في الآلات المائية وقوى الماء والانسان جميعا عرفت كيف تكون البلدة الصغيرة من بلاد اوروبا معدودة مع صغرها من البلاد التي تكون فيها القوة على العموم أعني مجموع ما يستعمل فيها من القوى الطبيعية كبيرة جدا ثم ان الانكيز لم يكتشفوا بتكثير عدد الحيوانات التي يستعملونها بل اعتنوا ايضا بتدسين اصاها فتوصلوا بذلك الى تحصيل خيول جيدة ليست جودتها مقصورة على مجرد الزينة والسبق بل تصلح ايضا للجر والشغل بل الظاهر انهم نجحوا في الاخيرين اكثر من الاولين ولكن حيث كان اغلب الناس على حب الظهر والزينة والمباهاة كانت المسابقة والمراحة العظيمة في مملكة انكلترة سببا في شدة خيالة الانكيز اكثر من غيرهم بخلاف حيواناتها المستعملة في الجر فانها وان كانت قوية سريعة السير مع المداومة والمواظبة الانهادون ذلك في الذكر والشهرة

ولما قابلنا شغل خيل عربات السفيرين فرانسا وانكثرة وجدنا هذه الخيول يتحصل منها في الثانية أكثر مما يتحصل منها في الاولى حيث انها في انكثرة تحدث نتيجة نافعة لا تزيد على ٥٠ في كل مائة واما خيول جزر الاقال فانها في انكثرة تزيد في القوة على خيول فرانسا الربع تقريبا

وهذا في الحقيقة نقص ينبغي للحكومة والتجارة والصناعة ازالته بل وأظن انه يجب على ان أثبه عليه جميع الاهالي وجميع ابناء الوطن الذين يحبون وطنهم فان ذلك يعود علينا بالمنفعة العظيمة والفائدة الجسيمة وأقول ايضا انه يجب علينا وجوبا اكيدا أن نهتم كل الاهتمام بتحسين اصل الخيل وأن لا ندع شيئا من اوصاف الجودة والحسن الا ونكسبها اياه وعوضا عن كوننا نستعمل في البوسطة خيلا صغيرة ضعيفة تقاد وتساق ونقلها ثقل سواقها نستعمل فيها خيلا بلجم وعرجية او خيلا طويلة القائمة يركبها صبيان خفاف الاجسام نحفظ قوتها بتدبير الغذاء ونعتني بصحتها في جميع الاوقات فبهذه الطريقة يحصل عمال قليل تغير عظيم تزيد به الثروة الاهلية والقوة العمومية

وفي جميع اشغال الفنون تستعمل الخيل غالبا في التدوير ونقل الاثقال الى محال بعيدة قليلا او كثيرا وفي جميع هذه الاحوال ماعدا بعض احوال خصوصية تستدعي الاسراع والجرى ينبغي تسيير الخيل بالهويشا على مهل حتى تحدث اعظم نتيجة مفيدة وينبغي انساني الاحوال التي تستدعي الاسراع أن تكون السرعة على حسب الحاجة ووقته

ولما قويات النتيجة التي تحدثها خيول الخرباية التي يحدثها الربع الحرارة وجد الفرنسيون نتيجة الفرر تدريجية سمعة الناس ومقتضى الحساب الذي ذكرناه في الدرس الثالث أن الشغال الذي يستعمل بجزر العربات اذا قل في اليوم الواحد ٢٣٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد فحان الجزر يقل في اليوم الواحد ٢٨٥٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد فينتدكون نتيجة الحاصل مساوية لتدبيره في عشر

شخصاً ونصف

فاذا قدر ما حينئذ أن اجرة الشغال في كل يوم فرنك واحد و ٥٠ سنتيماً
كانت أجرته في اثني عشر يوماً ١٨ فرنكاً و ٧٥ سنتيماً وأجرة
الحصان الذي يحدث هذه النتيجة في يوم واحد لا تزيد على ٤ فرنكات
فاذا زدنا على ذلك أجره السواق التي قدرها فرنكان بلغت أجره الحصان تلك
الزيادة ٦ فرنكات مع أن أجره الشغالة الذين يحدثون هذه النتيجة بعينها
تبلغ ١٨ فرنكاً و ٧٥ سنتيماً فاذا استعملنا عرباً تجرها
سنة خيول مع سواق واحد أجرته ٣ فرنكات في اليوم كانت أجره كل
حصان ٤ فرنكات و ٥٠ سنتيماً وهي لا تبلغ ربع أجره الشغالة
الذين يحدثون هذه النتيجة

ولتخدم الآن على قوة خيل المستعملة في جزر الشمال فتقول أنه يلزم قبل
كل شيء بيان وصف الآلة التي بها يكون للبحر قياس صحيح وهي السماعة
بالدينامومتر

ولتخرج هذه الآلة هو موسيو رينيه الذي كان سابقاً محافظاً حريصة
لمدفع أنكرى وكان اختراعه لها الجلبية لسؤال كل من جيسود دو موبليارد
ولنهر بوفون اللذين اجتهدا غاية الاجتهاد في بيان المنفعة الحقيقية
لتحليل قوى الميكانيكية وكان قد اخرج قبل ذلك حراهم آلة تعرف بها
بأن يقرى غيراتها كانت عسر البياض ويلزم لتركبها منه كبيرة من الاخشاب
وتوصف هذه الآلة تفصيلاً دراجولييرس في كتاب الطبيعة

رغم - راجع ضم موسيو لوراي احد اعضاء ا카데미ة العلوم القديمة التي
منشأ نوع مركبة من ابوية معدنية طولها من ٣ دسمترات الى ٤
رموصوعة وضعها عمودياً على قاعدة كتامة المصباح ومحتوية على لواب
ذي مو سير عليه قسمة مدرجة في رأسها كرة واذا ضغطت هذه القسمة
بالصبع دخلت في الايون كثير اوت قليلا على حسب الضغط ووسطه هذا
قياس المدرج بين مقدار الضغط و قوة الصاعطة مرة بأضعفه

اويده وهذه الطريقة وان كانت عظيمة الا انها لاتضاهى طريقة موسيو
رنية في الصلاحية لقياس جميع انواع العمل
وذلك أن موسيو رنية استعمل لولبا طويلا مغلوفا يمكن استعماله على
طريقتين احدهما ضغطه بالعرض فتعرف به القوى الضعيفة الصغيرة
وثانيته ما ضغطه بالطول فتعرف به القوى الشديدة الكبيرة وذلك أن هذا
اللوب يحرك ابرة على عقرب مدرج تدريجيين اولهما علامة الكيلوغرام
ليبان القوى الصغيرة وثانيهما علامة الميريا غرام لبيان القوى الكبيرة
ومنى عرفنا قوة جر الخيل عرفنا قوتها الوقبية اى مجموع قوتها اليومية
فنجدها كبيرة جدا بالنسبة الى قوة الجر

فاذا استعملنا مقياس رنية وجدنا الخيل تحدث في قليل من الزمن
جر ايساوى جر الخيل الذى يتعلق به ثقل زنته من ٣٠٠ كيلوغرام فصاعدا
الى ٥٠٠ كيلوغرام فيكون الحد المتوسط للجر ٤٠٠ كيلوغرام
ولما كانت الخيل التى تحدث أعظم نتيجة في الجر الوقتى هى التى تحدث في اليوم
أعظم نتيجة في الشغل قدّر موسيو رنية قيمة خيل الجر على حسب
مقياسه وقال ان هذه الآلة وسيلة للمشتري يعرف بها قيمة الدابة التى يريد
شراها قبل أن يعرف سيرها

واذا استمرّ الفرس على شغل واحد مدة يومه أحدث من الجر ما يساوى
٦٠ كيلوغراما فصاعدا الى ٩٠

فاذا فرضنا حينئذ أن قوة جرّ الفرس تساوى قوة سبعة اشخاص استنتجنا
من ذلك أن الانسان اذا اشتغل مدة يومه لا يحدث من الجر الا ٨ كيلوغرامات
فصاعدا الى ١٣ وذلك أقل بكثير مما يحمله على ظهره ويقطع به المسافة
التي يقطعها الفرس

ولملاحظ ايضا أن جرّ الفرس الخمسين او سبعين كيلوغراما على ارض أفقية
هو أقل بكثير مما يحمله كدواب الاحمال وذلك تقريبا نحو النصف
واذا أحدث كل من الفرسين المعلقين في المحراث نتيجة تساوى ٧٢ كيلوغراما

وقطعا مسافة ٢٦ كيلومترا كانت نتيجة جزمها اليومية تساوى
١٨٧٢ كيلوغراما هر فوعة الى كيلومتر واحد

وفي بلاد انكلترا يقدرون أن القرس الذى يشتغل مدة ثمانى ساعات
ويقطع فى كل ساعة ٤ كيلومترات يجتمع قوة تساوى ٩٠ كيلوغراما
ثقلها تساوى $٤ \times ٨ \times ٩٠ = ٢٨٨٠$ كيلوغراما هر فوعة الى كيلومتر واحد
وذلك تقرىيا هو عشر الثقل الذى يتقله القرس المستعمل فى جزر العربىة

وينتج من ذلك أن استعمال العربات يجعل الانتقال الاقنى أسهل من الجتز
بغير آلة عشر مرات مع أن هذه السهولة لا تبلغ زيادتها عادة الاثمانية
وقد عمل موسيو رمفور عدة تجارب عظيمة ليختبر بها نسبة الاثقال
المنقولة على العربات الى قوة الجتز فوجد العربىة التى تحتوى على ثلاثة أشخاص
ترن ١٠٦٠ كيلوغراما

ووجد الجتز على الارض المبلطة يساوى ما هو مذكور فى الجدول الآتى فرأى
أن الجتز مع المشى الهوينى أقل ما يساوى ٢٠ فصاعدا الى ٢٢ كيلوغراما

ومع الهرولة ٢٤ الى ٢٨

ومع الحبب ٤٢ الى ٤٧

ومع العدو ٦٠ الى ٦٥

والظاهر أن هذا الاختلاف مناسب لسرعة الحيل تقرىيا بمعنى أن المسافة
المتطوعة تبنى كمية العمل المنصرفة بضر ب الجتز اى القوة فى الرمن

فالجتز مع المشى الهوينى يساوى ٢٨ فصاعدا الى ٤٢ كيلوغراما

وعلى الارض ومع الهرولة ٤٠ الى ٤٢

ومع الحبب ٤٠ الى ٤٤

ومع العدو ٤٢ الى ٥٠

وعلى الارض ومع المشى الهوينى ٨٠ الى ٩٠

الكثيرة الرمل ومع الهرولة ٨٠ الى ٩٠

وعلى جسر ومع المشى الهوينى ٣٦ الى ٤٠

سنت كاودا شجر ومع الهرولة ٤٠ الى ٤٢

وبمقتضى هذه التجارب تكون نسبة قوة الجتر بعربة مسيو رمفور مع المشى الهوينى على البلاط الى مجموع الثقل المنقول :: ٢٥ : ١
ولكن اذا لم نعتبر الا الاشخاص الثلاثة الذين فى العربة وجدنا النتيجة النافعة
هى ثقل ثقل يساوى الجتر الضعيف عشر مرات ويلزم أن نلاحظ بعد ذلك أن زنة
الاشياء المنقولة فى عربات السفر كزنة العربات المعتادة تقريبا فلذا امكن
أن نعتبر أن قوة جتر خيول عربات السفر تساوى عشر الثقل المناسب الذى
تقله هذه الخيول بدون أن يكون فى ذلك خطأ بين وان كانت التحليل تكابد
فى الهرولة من المشقة ما لتكابه فى المشى الهوينى اذا كان سيرها على ارض
مبلطة

ثم ان مسيو رمفور لما سافر الى بلاد ايطاليا (١٧٩٣ سنة) و (١٧٩٤ سنة)
من الميلاد عمل تجارب نافعة ليعرف بها الاوفق من انواع السفر هل هو المشى
الهوينى الذى هو عادة المسافرين الذين يسرون مدة النهار من طلوع الشمس
الى عروبها او هو سير الهرولة الذى يفعله المسافر مدة اربع ساعات او خمسة
من كل يوم مع الاستراحة مدة طويلة فرأى بمقتضى تجاربه أن خيله بعد أن
سارت خمسة عشر يوما مع الهرولة التى كانت تقطعها فى كل يوم من تلك الايام
ثمانية فراسخ او عشرة أحسن حالة من كونها قطعت هذه المسافة بعينها فى الايام
المذكورة مع المشى الهوينى وهدا من النوادر الغريبة ومشاهده ضرورية هو أن
جتر خيوله المذكورة لم يصل الى الحد الذى يمكنه تحصيله بل كان أقل منه
ولامانع أن مسيو رمفور كان يسير فى طريقه على ارض شجيرة او كان
فى الغالب يسير على ارض معتادة لا على ارض مبلطة

وفى كل وقت يمكن معرفة ما يصرف من القوى اللازمة للجتر بالجتر نفسه
فاذا كان جتر ٤٠ كيلو غراما مع المشى الهوينى على الارض المعتادة يدل
على كمية القوى المنصرفة فى المدة اللازمة لقطع كيلومترا واحدا مع السير المعتاد
جتر الفرس لسته وأربعين كيلو غراما مع الهرولة أعنى مع سرعة تساوى
السير السابق مرتين فى نصف المدة المتقدمة انما يتبع عنه فى شان القوى

المنصرف ٢٣ لا غير ونصف المدة الباقي يكون للاستراحة وتعويض ما فقد من القوة في النصف الاول

وبذلك يعلم سبب كون الايطاليين عند عبورهم الجود اى الاراضى المرتفعة يركضون خيولهم حتى تهول وتسرع السير وذلك لان ما ينفقه الفرس من اقوى في الصعود مع لسيير السريع اقل مما ينفقه منها مع السير البطيئ ويؤخذ من ذلك ان الخيل اذا قطعت مسافة الطريق مع السير السريع ثم وقفت للاستراحة يكون تعبها في هذه الحالة دون تعبها في السير البطيئ حتى تصل الى آخر الطريق

وفي بلاد انكلترا تجد خيول عربات السفر تقطع الجود بالهرولة وسرعة السير ما لم تكن هذه الجود صعبة جدا اى انها تقطعها بسرعة دون سرعة السهول بخمس اوسدس وقد شاهدت ذلك في كثير من الطرق والساعة في يدي

وقد كان الفرنسيون الى هذه السنين الاخيرة يخطئون في تحميل عربات السفر احمالا جسمية متجاوزة الحد وأرجو عدم المواخذة فيما أقوله في شأنهم مما يتعلق بذلك لانه عين الواقع وهو أنهم كانوا في أغلب الاوقات يستعملون الخيول العاطلة المجردة عن الاستعداد في توصيل عدد معلوم من السياحين والانتقال بحيث اذا صادفت في طريقها بعض ارتفاعات قليلة او كثيرة اضطرت الى ارتكاب أمرين أحدهما ترجى السياحين في النزول والثاني تسخير الخيل بسرعة أقل من الهرولة أربع مرات وذلك من اقبح الطرق وبالجمله بجميع ما يتعلق بخدمة العربات العمومية مكث مدة طويلة في مملكة فرنسا وهو على غاية من التبحر والجهالة وسائر العيوب الظاهرة ولم تحصل الى هذه الحالة السهلة البسيطة ابتداء اول الا زمان والاقدر على الكلام والتعبير وقوة التفهم والتفويهم ورخصة تعهد العربات حتى ترتب على ذلك أن صار الاهالى يأخذون من العربات ما يناسب حوائجهم ونزواتهم ويلايم حظوظهم ومسراتهم

ثم انى لأتنب في الكلام على قوة الخيل وان كانت اعظم القوى الحيوانية

بل ربما كان لا يستعمل في اشغال الآلات سواها ومع ما يترتب من القوائد على مقابلتها بغيرها من قوى الحيوانات الاخرى لا يسطر الكلام في هذا المعنى بأى وجه كان وانما يقتصر على بعض تنبيهات لابد منها في شأن الحيوانات لما انها من أهم الامور نظرا للعموم نفعها من وجهين وهما الثروة وتهذيب الاخلاق فتقول

انه كان من جملة قوانين اثينا مدينة حكماء اليونان قانون مستحسن يامر بقتل كل من سلك مسلك القسوة والجبر في شأن الحيوانات وليس ذلك لجرد رعاية الحيوان فقط بل كانوا يخشون أن هذه القساوة بما جرت صاحبها الى أن يعامل بها امثاله من النوع الانساني فكان هذا القانون يمنع وقوع بعض المصائب المخوفة وهو ما يذهب بالشفقة والرافقة من قلوب امة من الامم ولا يكفي أن يقتصر على ما في ذلك من تهذيب الاخلاق بل يلزم أن تتكلم ايضا على ما فيه من النفع والعائدة فان اسلوب كلامنا هذا وما سقناه في هذا الشأن من الادلة يدلان على فائدة الحيوانات والادميين حيث انتجنا نتيجة ذات وجهين وهما المنفعة ومحبة الناس بعضهم بعضا

فاذا وجدنا حيوانات من صنف واحد كالخيل مثلا تحت ايدي اناس مختلفين في الطباع رأيت أن هذه الحيوانات تكنسب من طباع من هي تحت ايديهم فتكون طباعها مختلفة ايضا فتجد بعضها يلوح على وجهه وعينه الهدوء والبشاشة والسرور وتزينه الصحة كما تزين سائر الحيوانات لان الصحة تكتسب اعضاءا مختلفة نموها كاملا يناسبها فيظهر على شهره الرفيع الزاهي النظافة والروث وتكون حركاته الاختيارية التي يلفظها امنه وراحته نافعة في اغلب الاوقات ولا ندر فيها بالكلية حتى اعتنى صاحبه بشأنه كان معه على غاية من الانقياد وكان صاحبه بالنسبة اليه كالمحسن الذي يصفى اقوله في سائر الاوقات وحيث انه غير ناطق لا قدرته على اجابة فارسه بالسمع والطاعة فلسان الحال الذي هو عبارة عن حساسته التي تقوى عضلات جسمه وعضلات وجهه يقوم في ذلك مقام لسان القال وكذلك عيناه وشفته ومنخراده وصدره وقيام

شعر معرفته وضربات ذنبه وضرب اقدامه على الارض كل ذلك جواب منه لصاحبه فيما قصده منه من زجر او ملاعبة والخيول الموصوفة بهذه الصفات الجاذبة للقلوب في اى وقت كان هي الخيول العربية الموجودة في برارى مصر واسيا فهي اقوى حيوانات هذا الصنف وألطفها لانها عزيزة عند اصحابها فيسهل هدونها ويعتنون بشأنها اكثر من غيرها من الحيوانات وتجذب بعضها كهي الخيول العربية يسير من خفض الرأس ملتوى الرقبة تلوح عليه آثار الذل والمسكنة فهو ينظر كالاسير، أسوأ حاله من ترى جلده كثير الاوساخ واطرافه النخيفة المجردة عن اللحم مستورة بشرة عارية عن الشعر ومخططة بضربات السوط العديدة فتجده من أدنى اشارة يرجف وترتعد فرائسه ويثب ونسبات عيفة اما لتخلص من الجروح المؤلمة التي هو عرضة لها في جميع الاوقات واما لالتقام من صاحبه الذي أساء معاملته ببعض ضربات على حين غفلة حتى يخلص من يده

ثم انى لم اسلك في هذا المعنى مسلك المبالغة التي تتأثر منها العقول تأثرا لا طائل تحته فان الانسان اذا وقف على قارعة الطريق وتأمل وجد حقيقة ما قلته وصحة ما ذكرته في الخيول واصحابها من وجوه عديدة فلا يخفى أن العربية في السواقين في كثير من المدن يعملون ما تحت أيديهم من الحيوانات أسوأ المعاملة ويسلكون معها مسلك الجبر والتساوة فتراهم يحملونها أحمالا لا طاقة لها بحملها فاذا تجرت عن جزها لسوء يحمتها ضربوها ضربا مؤلما على ما يتأثر بالضرب من اجراء جسمها اكثر من غيره كالرقبة والرأس والانف وربما ضربوها على عينها في بعض الاحيان فيسيل الدم من الحل الذي وقعت عليه آلة الضرب سواء كانت حبل او سوطا او عصا وغير ذلك مما يصادفه هذا السواق الخشن عند ارادة ضربها فهذا هو السبب في عدم وجود الخيل الجيدة وفي هلاك الخيل المتوسطة في أقرب مدة

فينبغي حينئذ للاهالى فيما يريدون اجراءه من الاشغال أن يتخذوا من السواقين من كان رقيق القلب ذا شفقة ورأفة ورعاية واعتناء بشأن هذه الحيوانات

التي تعبر زمانا طويلا وتبقى على القوة وكثرة الشغل ماداموا يحسنون
معاملتها ولا يسيئون بها بخوف أو أذية هذا واكرر القول مرارا أن كل ما فيه
نفع للانسان من الحيوانات يلزمه من حيث نفعه أن يسلك معها سلك الشفقة
والإرفقة وان لم يلزمه بذلك المنفعة ألزمته به المروءة لانها كما تحرض على حسن
المعاملة مع الناس تحرض ايضا على حسن المعاملة مع بقية الحيوانات وهذه
الفضيلة أعنى المحبة والشفقة على جميع الخلق من بشر وغيره من خصوصيات
الانسان ومتى وجدت رفعت صاحبها الى أعلى الدرجات وامتاز بها عن البهائم
وغيرها من لاشفقة عندهم ولا رافة

هذا ولا أريد أن أركى نفسي عند السامعين بكوفي استعمل في مخاطبتهم لسانا
غير لسان القوانين الصحيحة المتعلقة بالمعادلة والحركة بل الامر بخلاف ذلك
اوليس أن كل انسان أحب الوطن بالطبع يجب عليه أن يمارس قوى الشبوية
ويهتم بتوسيع دائرة المبدأ القاي والقوى العقلية معا فحق أمكن التحسين
حسننا كلامنا وأفعالنا كما نحسن أفكارنا ومواقفاتنا بالحسن العقلي الذي
يجل عن أن يقتصر على مجرد حل المسئلة النظرية التي يقتضيها حب النفس
وطمع الانسان الذي يسأل عن مصلحة نفسه بما صورته كيف اصل بالسرعة
الى الغرض المقصود نفعه على بل يحل ايضا هذه المسئلة الاخرى التي تعود
بالنفع على عموم الناس وهي مسئلة من يقول كيف اصل الى الغرض المهم
وانشرف في مسعاى اليه على عموم الناس كثيرا من الحيرات والمنافع
ولما أنهيينا الكلام اجمالا على القوى الحية اى القوى الحيوانية التي يستعملها
الانسان في اشغال الصناعة ناسب أن نكلم الآن على قوتين عظيمتين تحتاج
اليهما الصناعة من القوى العير الحية اى الجسادية وهما قوتا النقل والحرارة
فتقول

(الدرس السادس)

في الكلام على قوة الثقل المعتبرة خصوصا في توازن المياه وضغطها
اعنى الضغط الادروايكي

لم نعتد في هذا الجزء درسا لخصوص استعمال القوة التي يؤدّيها للصناعة
ثقل الاجسام الصلبة لان الجزء الثاني من هذا الكتاب قد تكفل بتفاصيل
الاستعمالات الضرورية لهذه القوة وانما تكلم الآن على تأثير الثقل في الموائع
وعلى ما ينتج عن هذا التأثير في الفنون والصنائع فنقول

اتسائل على اسم السائل على كل جسم أمكن تفريق اجزائه الصغيرة عن بعضها
بدون صلابة محسوسة ولا تعاص ظاهر ونطلق اسم السائل الناقص على كل
جسم لا يمكن تفريق اجزائه الصغيرة بدون تعاص ولا صلابة ظاهرة بل مع يسير
معاونة وقليل مكابدة

ثم ان السوائل كالمياه لا يتغير حجمها تغيرا ظاهرا بالضغط ايتاما كان وانما
اذا خف الضغط ولم يحسر السطح الظاهر من السائل استحالة جزء من ذلك
السائل الى بحار كالماء ويؤخذ من ذلك أن اجراء السائل تقبل الانفصال
عن بعضها وسياتي في الكلام على الحرارة ما تعرف به هذه النتيجة حتى
المعرفة

ولا نعرف سائلا من السوائل في اي وقت كان الا وفيه قابلية لقوة من القوى
فالثقل الذي يؤثر في جميع الاجسام وسائر الاجزاء الصغيرة من كل جسم ميل
الى أن يقرب من مركز الارض كل جزء من الاجزاء الصغيرة التي تتركب منها
السوائل وحيث ان هذا الميل يؤثر دائما في توازن السوائل وحركتها وجب
أن نبدأ بالكلام على حالة التوازن فنقول

اذا وضعنا على مستوا أفقي كمية كبيرة من السائل المطلق (اي غير المحصور)
ولم يكن هنالك ما يمنع تأثير الثقل في كل جزء على حدة من اجزائه الصغيرة فان
جميع تلك الاجزاء تهبط على المستوى المذكور حتى يتكون عنها طبقة متسعة
رفيقة بشدة الامكان بحيث يكون سمكها واحدا في جميع جهاتها ويكون
جميع تقطعها على ارتفاع واحد

واذا صيبت السائل على سطح منحني كسطح الارض مثلا تغير موضوع
المسألة وصار حلها وسيلة الى معرفة نتيجة مهمة جدا وهي حالة التوازن

في كتل المياه المتسعة التي تتكون منها البرك والبحيرات والبحار
 فإذا كانت المياه المنتشرة على كرة الأرض منبهة في بعض المحال التي هي أبعد
 عن مركز الأرض من النقط المحيطة به ولم يكن هنالك ما يمنع اجراء السائل
 عن الانفصال بحيث تتأثر بقوة الثقل هبط بعضها على بعض فوق سطح الأرض
 كهبوطها على مستويات مائلة بمعنى انها تقرب كثيرا من الاجزاء السفلى
 اعنى الاجزاء القريبة جدا من مركز الأرض

فبعد أن يتغنى بهذه الطريقة عمق الاجزاء المرتفعة قليلا عن الأرض يلزم
 أن تكون اجراء السائل متوازنة وهذا لا يحصل الا اذا كان كل جزء من تلك
 الاجزاء لا يمكن هبوطه اكثر من الآخر فاذا لم يكن السطح الاعلى
 من السائل على اتجاء واحد في سائر جهاته حتى كأنه على مستوى أفقي
 والاهبطت الاجزاء المرتفعة على غيرها كهبوطها على مستو مائل فلا تحصل
 الموازنة حينئذ

ولذا كانت المياه المنصبه على الأرض كالامطار والندى والثلج والجليد الذائب
 تهبط من الاماكن العالية الى المحال المنخفضة فيتكون عنها الترع والنهيرات
 والانهر وتجتمع في حياض طبيعية كالبرك والبحيرات والبحار التي تكون
 شواطئها دائما على من سطح السائل بحيث تمنعه من الانتشار بعيدا عنها
 وتجيده على ملازمة الموازنة ما لم تعرض قوة شديدة تغيرها نسوية سطحه
 الاعلى

فحينئذ تكون حركات اعظم السوائل على الأرض ناشئة عن قوة الشغل الثابتة
 وعن ميل السائل الى موضع يناسب الموازنة

فاذا سافر الانسان في البحر تعجب غاية العجب من نتيجة هذا الميل
 وذلك أن هذا السائل يظهر للنظر من جميع الجهات كأنه سطح مستو منع
 حدوده المسماة بالافق واقعة في مستوي قال له المستوي الافقي أخذنا
 من نسوية الافق

وكما لو غل الانسان في البحر سار معه هذا الافق ولما كانت الأرض كرية الشكل

كان الافق دائماً ينخفض من الجهة التي يسير نحوها الانسان ويرتفع من
الجهة التي يسير عنها بحيث يترآى انه كلما تقدم في السير صعد على الافق
ومن هنا قولهم سافر فلان نحو البحر الاعلى وصعد في البحر الاعلى
فلو كانت الارض تامة الكرية ومناسبة بالكلية لكانت جميع الخطوط
الراسية اى القائمة عمودية على سطح الارض وكان لا يمكن أن يكون سطح
الماء في جميع المحال عمودا على الخط الراسي بدون أن يحدث عنه كرة تامة
الكرية ولكنها عوضا عن أن تكون كرية من جميع جهاتها ليست الكرية
مسطحة وليست مفرطة الا في اتجاه المتوازيات فلذا لم يكن سطح المياه
الراكدة شكل مستدير الا في الجهات المتوازية من الارض

ولهذه الخاصية استعمال كبير في الفنون فان السوائل متى كانت راکدة
كان سطحها المعلق اقل بالكلية في جميع المحال ثم ان ميزان تسوية الماء
مركب من انبوبة شجوفة مثل **ا ب ث** (شكل ١) ذات شعب
مرتفعة وتكون هذه الانبوبة ممتلئة بالماء او بأى سائل كان الى ارتفاع
معلوم وتكون ايضا الانبوبة المذكورة متكونة في قطبي **ا و ث** من
مادة شفافة كالزجاج او البلور فاذا مكث الانسان حينئذ خلف سطح السائل
في نقطة **ا** ونظر الى السطح الشفاف من السائل في نقطة **ث** فان
الشعاع المرئي يكون اقل بالضرورة وهذه الطريقة أضبط بكثير من الطريقة
المستعملة في معرفة وضع الخطوط العمودية والافقية بواسطة المطر اى
الشقول وهو الخيط المعروف بميزان البناء وتستعمل ايضا آلة تسوية الماء
في العمليات التي لا بد فيها من الاتساع والضغط معا

وجميع ما ذكر من النتائج في شأن موازنة السائل لاتعلق لها بشكل السطوح
او الوانى التي تحتوى على السائل المذكور

فلذا ترى في شكل ٢ و ٣ و ٤ أن السطح الاعلى من السائل هو
دائما في مستوا واحد أفقى مثل **ا ب**
وهناك كيفية مخصوصة لا بأس بذكرها وهي اننا اذا فرضنا ان اناء

م ك ن (شكل ٥) على ماء وأن انبوبة **و ح خ ر** المتخنية
 المجوفة مملئة بالسائل ثم اتصلا بهما من طرف **و** بواسطة السائل
 المتدفق في اناء **م ك ن** خالصة الموازنة حينئذ تستدعي أن تسوية
 السائل تكون واحدة في الاناء في تقطى **م و ن** وفي الانبوبة في نقطة
س ونتم نتيجة شهيرة جدا نشأ عن التسوية التي تأخذها السوائل حال
 سكونها وهي انما اذا وضعنا السوائل في اناء بكيفية مغايرة لما ذكر كان مركز
 ثقلها أعلى مما اذا كان في حالة التوازن وهذه النتيجة كان يمكن استنتاجها
 بدون واسطة من قضية القوى المتوازنة وذلك انما اذا فرضنا أن السطح
 المماس للسطح المطلق من السائل يتقطع عن أن **ي ص و ن** أقياسي **ا هـ**
 (شكل ٦) وبأخذ وضع **ش ر د** المائل فان مركز ثقله يتغير وضعه فاذا
 فرضنا أن **م** هي مجسم السائل **و ج** هي محل مركز ثقله هذا الجسم
 اذا كان السطح الأعلى أقياسي **و ج** هي محل هذا المركز اذا كان السائل
 منتهيا بمستوى **ش ر د** وفرضنا ايضا أن **س** هي مركز ثقل سائل
ا ر ث يتناميه فوق مستوى **ا هـ و ف** هي مركز سائل **ش ر د**
 يتناميه تحت مستوى **ا هـ** ينتج معاولة أن مجسم **ا ر ث = مجسم ش ر د**
 وثانيا انه اذا كان كل من **ج د و س ك و ف ف** عموديا
 على الجسم الأفقي وهو **ك ج ف** المأخوذ محورا للارمان
 ينتج معنا أن **م × ج د = مجسم ا ر ث × س ك**
 ناقصا مجسم **ش ر د × ف ف** حينئذ يصير الزم الكلي عبارة
 عن مجسم **ا ر ث** او مساويه وهو **ش ر د** مضروباً في **س ك**
 - **ف ف** فان نقطة **ج** التي هي مركز الثقل تصعد الى نقطة **ج**
 بكمية **= مجسم ا ر ث × (س ك + ف ف)** مقسوما
 على مجسم السائل يتناميه حينئذ محل توازن **م** أعنى المحل الذي تكون
 فيه الطبقة العليا أقيمية تكون فيه نقطة مركز الثقل من مجسم السائل هابطة
 على قدر الامكان

وقد كان يمكن الاستدعاء هذه القاعدة لعامة وهي كل مجموع من الاجراء الصغيرة لم يسלט عليه من القوى الا قوة الثقل فركز ثقله يكون منخفضا جدا في حالة الموازنة ولكن يمكن ايضا ان تبين هذا الشرط وهو ان مركز الثقل لا يمكن انخفاضه بهذه المثابة لا اذا كانت سوية السائل مستوية أفقية

وينبغي لنا الآن أن نبين ما يقع على كل جزء من اجراء السائل من الضغط الحاصل من الاجزاء الأخرى وكذلك ما تحدثه الاجراء المدكورة من الضغط على جوانب السطح اى انهاء المحتوى على السائل. يتدبر من ذلك بيان انما
اب (شكل ٧) العمود الضيق جدا الذي لا يسع قطره الاجزاء من الاجزاء الصغيرة الموضوعة عموديا على بعضها فنقول ان كل جزء من هذه الاجزاء يحمل ثقل جميع الاجزاء الأخرى الموضوعة فوقه فيكون الضغط الحاصل له مساويا لثقل عمود السائل الموجود فوق هذا الجزء المدكور

فإذا فرضنا لآل انما له حجم وشكل ايما \equiv ثمان مثلا بالسائل الى **من** (شكل ٨) وبجناح من انصاعاطات الواقعة على جزء **ب** لم ازالا أن تكون هذه الانصاعاطات متساوية في جميع الجهات ان يدور ذلك يتبدد هذا الجزء من الجهة التي يقل ضغطها عن غيرها

فإذا فرضنا بعد ذلك أن كتلة كاملة من السائل تجمدت دفعة واحدة ما عدا عمود **ب** انقسم الضيق الواقع عموديا على تقطبة **ب** فان الضغط لدى تحمله نقطة **ب** يكون مساويا لثقل عمود **اب** كما ذكرناه في العمود الضيق غير أن هذا الضغط لا يتغير بالفرنس الذي فرضناه وهو تجمدت جزء من السائل دفعة واحدة

فإن يلزم أن يكون الضغط الواقع على جزء **ب** مساويا من جميع الجهات لثقل عمود **ب**

وعوضا عن كوننا فرضنا أن **ب** صغير جدا نفرض أن هنالك جبهة نهائية لها من الاجزاء الصغيرة مثل **ب** و **ب** و **ب** على ارتفاع واحد وكل منها يحمل ثقلا واحدا ان مجموع هذه الاتمال هو عبي عمود السائل

بتمامه الواقع عموديا على السطح الكلى - المرموز اليه بهذه الحروف وهى

$$\dots + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$$

وأذا وقف الإنسان في جزء $ب\beta$ (شكل ٩) من جوانب الاناء الأفقي - فجميع اجزاء السائل المتحددة مع الاناء في اتساع $ب\beta$ تحمل ضغطاً واحداً يرمز اليه بعمود $أ\alpha$ $ب\beta$ الرأسي الذي حجمه $=$ سطح $ب\beta \times$ ارتفاع $أ\alpha$ فعلى ذلك يكون الثقل الأفقي من الاناء الممتلئ بالماء حاملاً ضغطاً يساوي ثقل اسطوانة عمودية من هذا السائل الذي يكون هذا الثقل قاعدة له وزيادة على ذلك يكون ارتفاعه هو عين ارتفاع الماء المنحصر في هذا الاناء

فاذا اعتبرنا الآن جزء β المائل (شكل ١٠) من جوانب
الاناء فالضغط الذى يحمله هذا الجزء يكون مساويا لنقل السائل المنحصر
في اسطوانة $\alpha\beta$ الناقصة فاذا كان سطح $\beta\beta'$ مغبرا
بالنسبة الى ارتفاع $\beta\alpha$ يكفى أن نأخذ β في وسط $\beta\beta'$
ونفرض قاعدة $\alpha\alpha'$ العليا من الاسطوانة في ارتفاع $\alpha\beta$ المتوسط
فينتج معنا هذه النسبة وهى

سطح ١١ : سطح ب ب :: ١١ : ب ب
فاذن يكون الضغط الكلي هو

فأذن يكون الضغط الكلي هو

$$\text{ارتفاع ا-} \times \text{سطح ب-} \times \frac{11}{2}$$

وهذه العبارة مما ينبغي الالتفات اليها فانها تستعمل في العمليات الادروايكية
اي عمليات رفع المياه وكذلك في صناعة الآلات والاواني وغير ذلك
وجميع قواعد ضغط السائل التي ذكرناها هي عظيمة النفع كثيرة العائدة

فإذا اقتضى الحال عمل حاجز كحاجز أب (شكل ١١) لاجل حصر كمية كبيرة من المياه المعلومة الارتفاع وكان الغرض عمل هذا الحاجز مع التوفير التام لم أن لاتكون قوته العليا كقوته السفلى بل لابد أن يكون

ما يعطى له من القوة حال العمل يزيد بدرجات متساوية من ابتدأ نقطة **ب** الى نقطة **ا** بحيث تكون مقاومتها لضغط الماء على نسبة واحدة من جميع الجهات لان هذا الضغط يزداد ايضا بدرجات متساوية عند الهبوط من نقطة **ب** الى نقطة **ا**

وأذا عوضنا حاجر **اب** بالابواب اى بالدرف الحوضية لزم أن نجعل هذه الابواب متينة بالتدريج من أعلاها الى أسفلها وذلك بتقريب الاخشاب الاقيية التى تتخذ منها شواحي هذه الابواب ونضمها الى بعضها

وكذلك اذا اقتضى الحال بناء حياض لحصر السوائل فيلزم أن تكون الاسوار والشواحي والجبواب المتخذة من اى مادة كانت مصنوعة مع المتانة والصلاية بحيث تكون مناسبة لاعمق السائل في حالته الطبيعية

ونستكمل الآن على السوائل المحصورة فى الاواني فنقول اذا فرضنا أن الاناء على شكل قارورة مثل **اهـ د** وأردناه مغمورة الانضغاط الواقع على قعر **هـ** **بـ ثـ ف** الاتفاقى (لم لاجل ذلك أن نفرض اسطوانة قائمة مثل **ا بـ ثـ د** ومن المعلوم أن الضغط الواقع على قاعدة **بـ ثـ ف** يساوى حاصل ضرب قاعدة **بـ ثـ ف** في ارتفاع **اب**

ولكن الانضغاط الواقع على **بـ ثـ ف** هو عين الانضغاط الواقع على تقاطع **فـ و** الموضوعتين على ارتفاع واحد والا لم تحصل المعادلة فاذن يكون الضغط الواقع على قاعدة **فـ فـ** بقامها مساويا لسطح **فـ فـ** \times في ارتفاع **اب** بمعنى أن هذا الضغط يساوى ثقل حجم الماء المعبر عنه باسطوانة **جـ ثـ فـ فـ** القائمة التى قاعدتها **فـ فـ** وارتفاعها **اب**

ولا يخفى أن النسبة بين حجم اسطوانة **جـ ثـ فـ هـ** وحجم اسطوانة **ا بـ ثـ فـ** النسبة بين سطوح قاعدتهما لان ارتفاعهما واحد فاذن تكون النسبة بين الانضغاطات الواقعة على كل من **بـ ثـ و** **فـ فـ** كنسبة سطح **بـ ثـ فـ** الى سطح **هـ فـ**

وبذلك يعرف الادروستاتيك (اى ثقل المياه) فيمكن بواسطه سائل محصور في اناء أن نحدث على قاعدة هذا الاناء وهى **هـ** ضغطا اكبر من ثقل السائل المحدث لهذا الضغط

فلذا اذا كان اناء **ام هـ** مثلا (شكل ١٣) ممتلئا بالسائل فالضغط الواقع على قاعدة **هـ** يساوى ثقل كمية السائل المطروف في اسطوانة **ج هـ** **ش** الكبرى

وكذلك اذا ثبتنا في عمق **م ن** من برميلنا (شكل ١٤) انبوبة **ام هـ** المرتفعة الضيقة جدا التى يمكن ملؤها بقزازه ماء فالضغط الحاصل من هذه القزازه على عمق **هـ** يكون شديدا بحيث يكفى في غمس البرميل بكسر عمق **هـ**

ولو وضعنا عوضا عن هذه القزازه على **م هـ** ثقلا يساوى ثقل الماء الكائن في القزازه لما تغير ضغط جميع اجزاء السائل ومع ذلك لا يزيد الضغط على عمق **هـ** بقدر مزان احتواء سطح **هـ** على سطح **م هـ**

فاذا فرضنا الآن أن نقطة **ح** هى النقل الموضوع على **م هـ** وأن نقطة **غ** هى ثقل **م هـ** **ب** الذى هو عود السائل تحصل معنا **ح + غ =** الضغط الواقع على **ب هـ** فاذن يكون الضغط الواقع على قاعدة

$$\text{هـ} = \text{هـ} \text{ بتمامها هو } (ح + غ) \times \frac{\text{هـ}}{\text{م هـ}}$$

ولو فرضنا أن **ح + غ** تساوى كيلو غراما واحدا فقط وأن **هـ** هو قطر الدائرة التى نصف قطرها متر واحد وأن **م هـ** هو قطر الدائرة

التي ليس نصف قطرها الاستقيم ترايح معنا أن سطح **هـ** : سطح **م هـ** :: ١٠٠ × ١٠٠ أعنى ١٠٠٠٠ : ١ فينتد الضغط

الواقع على **هـ** يساوى ١٠٠٠٠ كيلو غرام وهو يساوى تقريبا ثقل ١٥٠ رجلا وبهذه التجربة يحدث الضغط المستقيم بواسطه

استعمال القوة ١٠٠٠٠ مرة

وهذه القاعدة التي ذكرناها هي ما يسمى بالضغط الادروستيكي المعروف بين الناس بالضغط الايدروليكي

وقد بين بأسكال هذه القاعدة وفوائدها حيث ثبت في العمق الاعلى من برميل قائم اسطوانة قائمة طويلة ضيقة جدًا فلما ملأ هذا البرميل ثم الاسطوانة تحصل عن ليتر اوليترين من الماء المطروف في تلك الاسطوانة نتيجة كنتيجة التي يمكن تحصيلها من البرميل اذا كان متحد القطر من سائر جهاته وكن مرتعًا الى القاعدة العليا من هذه الاسطوانة فلهذا كانت زيادة مثل كيلو غرام او اثنين كافية في جبر عرق الاسطوانة بزيادة الضغط زيادة كبيرة فاذا فرضنا الآن أننا نخرجنا الماء من الاسطوانة الضيقة ووضعنا بدلًا عنه ثقلاً صلباً مساوياً له يكون على شكل مكعب من الواضح أن الانضغاطات تكون واحدة من جميع الجهات واذا فرضنا أن مثل المكعب مضروب في قوة احد ذراعي الرافعة المتحركة لساقها وأن الضغط حصل ضربه كذلك أمكن بواسطة قوة قليلة أن نحدث على عمق البرميل ضغطاً مساوياً له يقال عظيمة ولما وقف برامته الميكانيكي الماهر على حقيقة هذه الدعوى النظرية استعمل منها في الفنون للتأهدة استعمالاً جيداً فاختراع الضغط لادروليكي لسلح الخروف ونقلها ثم استعماله في احدث شجهدات كبيرة وتأتج مهمجة وصار ذلك المآر مستعملاً في عصر الریوت وضغط المواد المتخذ منها الورق وتصغير حجم الاشياء المراد تعليةها على جوانب السفن وضغط الدخان حتى يصير اوراقاً والخشيش اليابس الذي يجعله الذئير كتلاً صلبة ويحفظونه بهذه الكيفية مدة طويلة وغير ذلك واستعمله ايضا في عمل البارود والمخاليط التي تتركب منها المدافع

ثم ان هذه الانضغاطات الادروليكية مع ما تتحدثه من المجهودات العظيمة لا تستلزم مبالغى مفرطة في الصلابة والمتانة بل يمكن عملها على عربات صغيرة ونقلها الى محل لومها ومن فوائدها أن تأثير قوتها المتحركة يحصل من مسافة عظيمة بواسطة الايايب الموصلة

واستكمل الآن على وصف الطولية فنقول ان شكل ١٥ يبين منها القطع القائم
 المستعرض وشكل ١٦ يبين الارتفاع القائم الطولي وكل حرف من الحروف
 الانبوية رمز الى الله من آلائها فحروف ١١١١ المتلاصقة تلاصقا متينا
 بواسطة قلوبات من الحديد المطرق وبريمات مثقوبة رمز الى تحشية الطولية
 وحرف ر رمز الى الاسطوانة الشغالة الداخلة في عمق الحديد السائل
 وحرف ث رمز الى المكاس الشغال الذي اذا كانت حركته مترددة وكانت
 في اتجاهها على خط عمودي أحدثت تأثير الطولية وحرف دد رمز
 الى الكفة المصنوعة من الحديد الزهر التي توضع عليها الاشياء المطلوب نقلها
 بالطولية وحرف هـ رمز الى المسند المحروط في الاسطوانة الشغالة يلتقي
 جلد مـ مـ مـ المزدوج المشدود بحلقة معدنية وبذلك يلتصق المكاس
 الشغال باسطوانته التصاقا محكما وحرف ف رمز الى الجوزة المثقوبة
 التي تقلوز في أعلى الاسطوانة وهذه الجوزة الماسكة للجلد المزدوج بحلقتها
 المرتخية يزلق في وسطها المكاس وفي جريها الأعلى يكون المجرى مفتوحا اقتناحا
 مستديرا مسدودا بالكأن او غيره من مواد السد النظيفه بعد دهنه بالزيت
 واساكه بطرف رفيع وتستعمل هذه السدادة ايضا في توصيل الزيت الى
 الاسطوانة ومنع ما يضر بسطح المكاس وحرف غـ رمز الى الانبوية التي
 تصل الاسطوانة الشغالة بالاسطوانة الساخنة وطرف حـ من هذه الانبوية
 داخل مع الاحكام في فتحة مخروطية الشكل بأسفل جدران الاسطوانة
 الشغالة وفي طرف حـ الذي هو الطرف الثاني من الانبوية المذكورة
 قوة مضغوطة بواسطة جوزة مثقوبة موصوعة على مستد مربع في جدران
 طولية الحج وتشد هذه القوة بواسطة حلقة من الجلد وحرف شـ رمز
 الى السدادة او الصمام الذي لولبه خالص وشكله شكل معمار رأسه مستدير
 ومفرطح وهذا الصمام يفتح ويغلق ما بين الاسطوانة البخاخة والاسطوانة
 الشغالة وفوقه برعقة صغيرة معدة لضبط ارتفاع اللولب وتدويرها يمكن
 رفع هذا اللولب عند الحاجة وحرف عـ رمز الى الحوض المملوء بالماء

وحرف ك رمز الى السدادة المحروطة التي تسد قم الحوض واذا نزع
هذه السدادة أمكن امتصاص الماء من الخارج بواسطة انبوبة صغيرة
واخوض المذكور بسهل ملؤه بواسطة انبوبة او تقع وحرف ل رمز الى
العمام الداخل في الجوزة الداخلة في عمق الاسطوانة الجناخة ولواب هذا
العمام يرفع رفعاً مستطماً بواسطة مسمار صغير نافذ في طرفه وحرف ن
رمز الى المكبس الجناخ الذي يدور طرفه الاسفل الصاب على هيئة اسطوانة
تامة الاستدارة وفي وسط ساق هذا المكبس حرف ن ت الطويل المار
فيه محور رافعة ج المثبت في كل من طرفيها مسد القوة المتركزة في طرف ن
الاعلى من ساق المكبس المذكور عبارة عن اسطوانة كبيرة تمر في اسطوانة
أخرى شقوفة قطرها واحد ومسد هما مثبت في الممر الاعلى من الشوحيحة
وهذا المكبس يرفع رفعاً مستطماً بواسطة قرصة موضوعة على قاعدة الاسطوانة
الكبيرة وجوزة دالة في الجزء الاعلى من هذه الاسطوانة وحرف و رمز
الى الجوزة المنقوبة التي يمر فيها المكبس الجناخ وتدوير هذه الجوزة
يلتصق بالمدان بواسطة حلقة معدنية بينهما وبين الطرف الاسفل من المسند
المصنوع في جسم الاسطوانة الجناخة وبذلك ايضا يلتصق الاسطوانة بالمكبس
الجناخ التصاقاً جيداً والجزة لاعلى من هذه الجوزة مفتوح بالاستدارة
بحيث يكون شزداً لزيوت وحرف ح رمز الى الرافعة المتركزة وهي يد
الانبوبة وحرف ن رمز الى حنفية التبريع وهي عبارة عن اسطوانة
متعرجة موضوعة على قاعدة الشوحيحة وحرف ر رمز الى اليد المثبتة
في طرف الاسطوانة الكبيرة وفي الطرف الآخر بريمة صغيرة تتجلى بحروط
وتدحرج في ممراس مخروطي الشكل موجود في وسط جدران الطلمبة
الجناخة والى تلك هذه البريمة استبح المجري بين الاسطوانة الشغالة
والحوض ولكن متى دارت تلك البريمة وعادت الى نقطتها انسداد المجري
انسداداً حكيماً وتدوير حنفية ن على اليمين معدلة الطلمبة وتدويرها
على الشمال معدلة لتفتحها

ومما تسهل معرفته قوة الطلومية وتأثيرها وذلك اذا فرضنا ان الاسطوانة الشغالة (المعروفة بالخرزنة الشغالة) والاسطوانة البخاخة (المعروفة بخرزنة الخنج) مملوءتان بالماء وكذلك الماسورة الموصلة الجامعة بينهما وفرضنا ايضا ان الماء داخل في الحوض فلورفعنا مكباس الخنج صعد الماء من الحوض الى خرزنة الخنج في وسط صمام ل ومضى نزل المكباس انسد صمام ل ويرفع الماء لولب ش (المعروف باللسان) ويمر في انبوبة غ التي توصله الى الخرزنة الشغالة فيرفع مكباسها مع ما عليه من الثقل وذلك يكون بالنسبة لكمية السائل المخزوخ ومتى صعد مكباس الخنج ثانيا انسد صمام ش وأخذ السائل المتجمع في الخرزنة الشغالة دوره ثانيا وبهذه الكيفية لا ينزل المكباس الشغال حتى يضغط مكباس الخنج مرة أخرى وعلى هذه الطريقة التي ذكرناها تكرر العملية

فاذا تم تأثير قوة الطلومية في جميع الاشياء التي تتأثر بها ونفذت حنفية التفريغ نزل المكباس الشغال بثقله ومرت الماء في الحوض من فتحة هذه الحنفية

وبهذه الطريقة تحسب قوة الطلومية فاذا كان عمودان من السائل مشتركين فكل قوة اثرت في أحدهما فانها تتحول على حسب السطوح الضاغطة * والقوة الميكانيكية المؤثرة في مكباس الخنج تتحول بواسطة السائل الى المكباس الشغال بالنسبة الى سطح المكباسين وهذا هو ازدياد القوى الذي كان يسمى براماه بالقوة الادروستاتيكية للطلومية

(وينبغي بعد تكرار العملية مزيد الاعناء بنظافة الطلومية ومملء الحوض بالماء الصافي ودهن المكباس الشغال بالزيت الحلو الجيد * والطلومية قابلة للفساد قليلا نظر الى أن تركيبها ساذج بسيط ولكن اذا تعلق جسم اجنبي بأحد الصمامات وقفت حركته حتى يزول عنه هذا الجسم الغريب ويمكن في جميع الاوقات الكشف على صمام ش برفع البريمة التي تغطيه وكذلك صمام غ الذي هو صمام التفريغ يمكن الكشف عليه بالتدوير واما صمام ل فيكشف عنه

يرفع الطلومبة بتمامها وهو نادر لا يكون الا عند الحاجة
مثلا اذا فرضنا أن قطر المكبس الشغال = ٣ سنتيمترات وقطر مكبس
النج = ٩ سنتيمترات وذراع الرافعة الصغير = ١٠ سنتيمترات
والذراع الكبير = ٦٠ سنتيمترا كانت سطوح المكاسين مناسبة لمربعات
قطريهما وذنت عبارة عن $(\frac{1}{9})^2 = (\frac{1}{3})^2 = \frac{1}{9}$ وهذه النسبة
هي القوة الادروليكية للطلومبة واما القوة الميكانيكية للرافعة فهي $\frac{1}{6}$
= $\frac{1}{9}$ فتكون بالضرورة النسبة المركبة من نسبة القوة الى مقاومة
الطلومبة مساوية $\frac{1}{9} = \frac{1}{6}$ فاذا فرضنا حينئذ أن مكبس النج يتحرك
بقوة تساوي ١٠٠ كيلوغرام فلا جسام التي تؤثر فيها قوة الطلومبة تأخذ
قوة ١٠٠ كيلوغرام ٥٤ مرة اي ٥٤٠٠ كيلوغرام

ومن الطلومبات الادروليكية ما تؤثر فيه الكفة المدفوعة بالمكبس الشغال
وهي نازلة عوضا عن كونها تؤثر وهي صاعدة ومنها طلومبات أخرى يتحرك
فيها البرواز المحيط بالمكبس الشغال عند تحرك هذا المكبس ليصل بذلك
على وجه سرعة قريب هذين الطرفين الذين يحدثان السعد وقد ذكر
جميع ما يتعلق بذلك تفصيلا ماسيو بورييس في رسالته المكاملة التي ألفها
في اميكانيكا المطبقة على الفنون وهي الرسالة السادسة التي نكلم فيها على
الآلات المستعملة في جميع الصنائع على اختلافها في صفحة ١٠٠

و صفحة ٢٢٧

ولما تكلمنا تفصيلا على حركة الطلومبة الادروليكية استنسبنا أن نذكر هنا
تطبيق الطلومبة واستعمالها في الاشغال التي لا بد منها لبعض الفنون ولنبدا
من ذلك بالكلام على الطلومبات الادروليكية المستعملة في ترزيم البضائع
وحرمانها نقول لما طفت بخازن ترسانة وولويس الواقعة على شاطئ نهر
الامير رأيت فيها طلومبة ايدروليكية مركبة في الطبقة الاولى وكل الاولى
تركيبها تحتها ووجدتهم يستعملون هذه الطلومبة في حفظ الشوالات
والخزومات وتغدير حجمها بقدر الامكان وذلك كخزومات الملابس وغيرها

من سائر الاشياء على اختلاف أنواعها المبعوثة من الترسانات الكبيرة الى
المخازن العسكرية

ثم ان الطلومبة الجناخة التي تتحرك باليد بواسطة رافعة سواء كانت تلك
الطلومبة كبيرة او صغيرة تعطى ماءها بواسطة قناة صغيرة ذاهبة الى قاعدة
انبوبة صلبة متخذة من الحديد مشدودة تحت السقف بساكن من معدنها
شداً محكم والمكبس الشغال الداخل في هذه الاسطوانة يحمل سطحاً معدنياً
وفوق هذه الاسطوانة دائرة عميقة مرصوص فيها جلة كبيرة من ألواح
الخشب الصغيرة وذلك لاجل نقل الضغط ببعض مرونة ولين والانضغاط
يحصل بين السطح المذكور وخشبة كبيرة أفقية موجودة في التحشيمية
فتنزل هذا السطح شداً محكم النقب المربع الموجود في اللوح الذي يظهر
أن ذلك السطح جزء منه

ولتكلم الآن على الطلومبة الادروليكية المستعملة في تهديد الاخشاب
وتسويتها فتقول ان أعظم استعمال الطلومبة الادروليكية هو استعمال
الآلة المعدة لتسوية الاخشاب

وذلك أن التي اخترعها المهندس براماه ربط العجلة (اي طارة) أفقية من
حديد قطرها نحو ثلاثة امتار ربطاً جيداً مع محورها بعوارض وأربعة ساكن
من الحديد مائلة بقدراً ٤٥ درجة وقسم هذه العجلة الى ٣٢ قسمًا
متساوية وجعل في كل نقطة من التقسيم حراً داخل فيه قضيب ذو سن وهذه
الاسنان منحنية على شكل انصاف اسطوانات مستديرة يتساوون عن
محورها مع الافق زاوية مسافتها تقريباً نحو ٣٠ درجة والاسنان
المذكورة عبارة عن اضراس مائلة متينة جداً

وفي كل جهة من محور هذه العجلة الشغالة عربة مستطيلة جوانبها
المتوازية تحمل حلاً أفقياً قطعة الخشب المطلوب تسويتها بأن نبت عليها
تئيناً جيداً بريمات الضغط

وجميع تلك الاسنان ليست على وضع واحد بحيث تحز في الاخشاب

حزوزا متساوية الاعماق بل هي منقسمة الى خمسة فحمة او ستة فسته بحيث يحز اول خمسة او الستة البعيد عن محور الدوران حرا دون غيره في العمق والثاني الاقرب منه الى المحور يكون حزه أعمق من حز الاول والثالث يكون حزه أعمق من الثاني وهكذا وفائدة هذا الوضع أنه عند الحاجة ينزل الجراء البارزة من سطح الخشب المطلوب تسويته بقدر ٢ من المستقيمات

ومتى دارت هذه الاضراس التي عدتها ٣٢ شرسا فخرسمه على الخشب المطلوب تسويته من الخطوط التي عدتها ثمان وثلاثون خطا تكون مسافة مجموعها بالنظر الى العرض مساوية لكمية سير العربية مدة دوران العجلة فعلى ذلك اذا كانت حركة العجلة سريعة وحركة العربية بطيئة كانت الخطوط لمد كور محصورة في مسافة صغيرة جدا بمعنى انها تكون على شكل سطح مستو تقريباً ولاجل تسوية الخشب وصله كما ينبغي يلزم أن سبت فارة على محيط العجلة النخلة فان الاضراس متى رسمت خطوطها الرفيعه ارتفع جميع زوائد الخطوط المنخفضة بمرور الفارة عليها مرة واحدة وهذه النتيجة ساهرة محسوسة فالكل من الاسنان المنحنية عند ما يمر على الخشب يتذف بالقوة البعيدة عن المركز شيئا من النشارة الدقيقة وترداد الخطوط المرسومة في الخشب شيئا فشيئا ثم تمر عليها الفارة فتنعوها وتصلها حتى تصبح سطحا واحدا مع غاية الانتظام الهندسي فاذا لم يكن للعجلة التي قطرها ثلاثة أمتار حركه مضبوطة فان الفارات تارة يكون حفرها أعمق من حفر الاسنان ويحصل لها مقاومة عظيمة وتارة تمر فوق خطوط الخشب ولا تزال ما فيها من زوائد فيظهر في قطعة الخشب بعد شعلها تجاويف وخطوط كبيرة فيلزم حينئذ تسويتها بالطرق المعتادة

ومحور الخجلة اشغالة يدور في اسطوانتين مقعرتين مثبتتين دائما احدهما في الارض والاخرى تحت سقف العمارة وهذا المحور مرتفع قليلا فوق التمشق الاعلى وفي رأسه رافعة معلقة ارتكازها تحمل من كلتا جهتيها سلا

تحدث به على المحور ضغطا محدودا وكذلك الاسنان تحمل ثقلها به تغلب
مقاومة الخشب الذي تحطه وحيث ان عمق الخطوط هو نتيجة التوازن بين
ضغط الاسنان المستمر ومقاومة سطح الخشب الختام المتغيرة فهذا العمق
يكون قليلا في اوائل مرور الاسنان التي تتم في رجوعها اصلاح الاجراء
الكثيرة البروز والصلابة وبهذه الطريقة لا يحصل للاسنان كسر أو ثلم
وفي الغالب يلزم تسوية الاخشاب المختلفة السمك مع بقاء ارتفاع العربية
وموضع جريانها على حالة واحدة فيلزم اذن أن يكون سطح الاسنان قريبا
او بعيدا عن سطح العربية الاعلى بمسافة تساوى سمك كل قطعة يراد اصلاحها
وهذه النتيجة انما تحصل من الضغط الادرواليكي

ومحور العجلة المسلحة بالاسنان يدور في ثقب مخروطي الشكل على رأس
مكبس موضوع في اسطوانة ذات ضغط ادرواليكي فتدخلك الماء في هذه
الاسطوانة ارتفع محور العجلة وارتفع معه السطح الذي من الاسنان المسلحة
لهذه العجلة واذا ترك الماء يسيل لم تحصل هذه النتيجة ويستدل بما هو
مرسوم على طول المقياس المدرج الموضوع على كل خشبة مستطيلة
من الاخشاب المنصوبة بجانب العجلة على ما يكون لقطعة المطلوب تسويتها
من السمك الناتج لها عن ارتفاعات العجلة المختلفة فعلى ذلك اذا فحنت
اوسدت الخنقية التي هي مدخل وخروج ماء الطلومبة الادرواليكية أمكن
توصيل العجلة الى المحل اللازم لذلك لاجل احراء الشغل المطلوب

وقد ذكرنا انه يوجد عربتان متشابهتان كل واحدة منهما على جهة من المحور
ودوران كل منهما مخالف لدوران الاخرى ولا يدوران معا الا لاجل تسوية
الاخشاب المتحدة السمك او المختلفة بشرط أن يوضع تحت القليلة السمك
مساند ترفعها حتى تساوى الاخرى ولكن العادة انما جرت بتسوية الاخشاب
المتشابهة المتحدة التوازن وجميع الاخشاب المراد تشغيلها تكون مثبتة على
العربات بربعات الضغط

ثم ان الضغط الادرواليكي ليس متصورا على تثبيت ارتفاع العجلة الشغالة

بل يكون ايضا واسطة في زيادة حركة العربات وتقليلها وفي المجرى الذين
تتفرع فيها العربات سلسلة غير متناهية تنشق أحد جوانب تلك العربات التي
يمكن حصر تلك السلسلة فيها بكعبة من الحديد نسيطة وتفتح بواسطة بريمة
وأشها خارج هذا الجانب على جهته وإذا اقتضى الحال جذب هاتين
العربتين معا بهذه السلسلة انضمتا اليها بواسطة كابيتير من الحديد وإذا اقتضى
الحال تسيير احدهما فقط فتت الكعبة المائتة لأخرى على السلسلة
وهذه السلسلة ترجع من جهة على عجلة كبيرة أقيمة حاملة على محور داخلة
مضروسة أصغر من الأولى مرتين أو ثلاثا

والمكبس الشغال من الظلمة الادروليكية يكون مسطبا بضيف مستقيم
مضروس موضوع على مستو أفقي ودخل في العجلة الصغيرة المضروسة
التي ذكرناها فادخل الماء في الاسطوانة الشغالة دفع المكبس وأدار
انتضيب المضروس العجلة الحاملة للسلسلة الغير المتناهية ودارت العربتان
بحركة متساوية تبعد احدهما عن الدرومية وتقرّب الاخرى منها
والضيب المضروس يمدل على طرفه المقابل لمكبس والاسطوانة مكملتا آخر
داخل في اسطوانة أخرى بحركتها الحادثة بتأخر سير العربتين وقطر هذه الاسطوانة
الناية يكون أصغر من قطر الأولى فعلى ذلك يكون تأخر العربات أكثر
في السرعة من حركتها المتزايدة وهذا يمكن الوقوع لان الانسراس في حركة
الآخر لا تشغل وانما يحصل منها بعض احتكاك

فد فرضنا أن سرعة العجلة المسطحة بالانسراس مستمرة فان شغل الانسراس
يكون بقدر ما في قطع الخشب المراد تسويتها من العرض والصلابة ويكون
المطلوب تصغير حجمها بتسويتها واصلاحها حسب الامكان ولاجل
أن تكون قوة الانسراس مستمرة يلزم أن يكون سير العربات سريعا كثيرا او قليلا
على حسب ابعاد الاخشاب المراد تسويتها وعلى حسب طبيعتها ايضا
وحفنة التفريغ تجعل لكمية من الماء كثيرة كانت او قليلة مسلكا
في اسطوانة الصلوميات الادروليكية اي المية وهذا ما يتغير به سرعة

العربات في حركاتها المتزايدة * ومقبض كل حنفية يكون على شكل ابرة ويدور على دائرة مدرجة واذا سدت الحنفية سدا محكما فالمياه المهدوبة بالطلومبة البخاخة تستعمل في تقدم العربات او تأخرها وهذا هو الذي يحدث السرعة الكبرى واذا فُتحت بالكلية فالمياه المرفوعة بالطلومبة تسيل بتمامها في الخوض ولا يكون هناك سرعة اصلا وفي الانبوبة الموصلة للماء اللازم لتأخر العربات حنفية وبرة ومحيط مدرج مثل السابقة وكل منها مثبت وملصوق في الانبوبة المذكورة

واول محرك للطلومبة هو آلة بخارية قوتها تساوى قوة ستة من الخيل وعلى الحائط التي تفصل المسافات المشغولة بالآلة البخارية والآلة المعدة لتسوية الاخشاب قضيب أفقي من الحديد في نهاية أحد طرفيه ثقب مستدير داخل في دائرة بحوطة متحدة القطر مثبتة خارج المركز على المحور الأفقي الذي تحركه طلومبة النار بلا واسطة والطرف الآخر من هذا القضيب منضم بواسطة ممسك الى الذراع الاول من الرافعة التي يحرك ذراعها الآخر ممكس الطلومبة الخاصة بالكاسبة ففي الحقيقة هناك طلومبتان تتحركان في آن واحد بحركة واحدة يستعمل اكثرها قوة في الحركات الاقليمية للعربة والاخرى في الحركات المنصبة للعجلة المفترسة فهذه هي طلومبات الخ التي تستعمل في الضغط الادروليكي

وبمقتضى ما ذكرناه ينتج عن كل دورة من دورات المحور الأفقي دوران المحور القائم وهذا انما هو في صورة ما اذا فرضنا أن الطارات ذات الزاوية التي تنقل في وقت واحد لكل من المحورين حركة الاخر متساوية وأن القضيب الأفقي يرفع مرّة ويخفض أخرى ممكس الخ الذي يحرك العربات فتكون حينئذ كمية الماء المبنوخة في الطلومبة الادروليكية مناسبة للمسافة التي تقطعها انحراس العجلة الشغالة فعلى ذلك مهما كانت سرعة الآلة البخارية المحدثة للقوة المحركة فعرض الشقوق التي تحطها الانحراس يكون واحدا مادام العقب الذي يعين سير العربات ملازما لنقطة واحدة من المحيط المدرج

ثم ان هذه الآلة التي وصفناها يسهل اصلاح اى جزء من اجزائها فانه
بواسطة مفك من حديد او بريمة يمكن اخراج اى آلة حادة يراد سننها
او تغييرها ثم اعادتها الى محملها بدون توقف على بقية الآلات اذ ليس لهذه
الآلة سوى تعشيق بسيطين لا يستدعيان كبير تعب ومع ذلك ينبغي
الاعتناء عند تشغيل العجلة المسطحة بتحريكها اولاً باليد قبل تعشيقها بالعجلة
ذات الراوية التي يحمل محورها عجلة المحور المخزك الافقى لان العجلة المسطحة
فيها قوة كبيرة فلو تحركت دفعة واحدة بالحركة السريعة الصادرة
عن الآلة لخطارية لعطمت المتناومة في مبدأ الامر على انحراس التعشيق
وربما تلفت في الحال بهذه القوة الشديدة فلهذا ارم الاهتمام بيده تحريك
العجلة المسطحة باليد مع التعفف حتى يكسب ازدياد السرعة الواقعة عليها
في زمن التعشيق تدريجياً بحيث لا تنشأ تدعيمها المقاومة

ولاشك ان هذه الآلة غاية الثمن **كثيرة** الكلمة غير أنه اذا لاحظنا
ما نستدعيه من قلة المصاريف في اصلاحها ومن السرعة العجيبة التي
تسعمل بواسطتها المشعال التي تستغرق في شعلها بغير تلك الآلة زمناً
طويلاً وجدنا في استعمالها توفيراً عظيماً ويمكن عند الحاجة احداث
نتائج عظيمة بواسطة الآلة التي يمكن ان نسوى بها أتم التسوية في طرف
دقيقة او دقيقتين كل جهة من جهات الاخشاب الغليظة الخارجة من
ورشة انشراحاً بدون اصلاح ولا تسوية

ولنتكلم الآن على الطلومبة الادروليكية المستعملة في تطريق المعادن
فقول انه يوجد في ترسانة **وولويك** طلومبة ادروليكية صغيرة
تستعمل في تطريق المعادن وهي عبارة عن آلة بخارية تحرك برمة مشدودة
مع الاتصاب دائرة الى أسفل والشغال يضع باحدى يديه تحت هذه البرمة
على كسة الطلومبة الادروليكية قطعة المعدن التي يريد أن يتقب فيها ثقباً
كثير العمق او قليله ويسكن يده الاخرى على رافعة الطلومبة البضاخة
ويحاول تنظيم حركاتها على وجه بحيث تقرب هذه القطعة المعدنية

من البرمة عند ما تدور هذه الآلة

• (الكلام على الطلومبة الادروليكية المستعملة في صناعة البارود) •

لا يخفى أن التركيب الكيماوى الذى به يتكون البارود يستدعى ضغطا كبيرا حتى يكون لهذا البارود قوة وكثافة عظيمة فقد صادف ما اخترعه براماه فى هذا المعنى قبول الناس وتعودهم على استعماله ولا مانع أن يقال أنه كثير الفائدة عام النفع ثم إن تركيب هذه الطلومبة الجديدة هو فى الحقيقة عين تركيب طلومبى (شكل ١٥) و (شكل ١٦) غير أن طلومبة البخ التى يكون بقرها الشغالة الذين يضغطون على البارود تكون منفصلة عن الاسطوانة الشغالة وعن الكامة التى يضغط عليها البارود بمحاجز كثيف بحيث يبقى الشغالة من خطر البارود إذا التقد والانبوبة الموصلة للماء الطلومبة البخاخة الى الاسطوانة الشغالة مارة من تحت هذا المحاجز المستوى ويكون الوضع

على شكل اسطوانة محورها عين محور الطلومبة البخاخة

ويوضع مادة البارود الخام التى يراد ضغطها فى صندوق من خشب مستطيل الشكل فى باطنه بطانة من الرصاص وعلى ظاهره تليسات من النحاس وأعلى قابل للاتصال والجزء القائم المستطيل الذى هو عبارة عن مقدمه ينزع ويوضع على حسب الاقتضاء وهو مشدود بعوارض ومسامير من نحاس

وهذا الصندوق يمكن أن يحتوى على نحو ١٥٠ كيلو غراما من البارود وعوضا عن كون الانكليز يضغطون البارود كالفرنساوية كتلا كبيرة يسمونه الى طبقات رفيعة يفصلونها عن بعضها بصفايح من نحاس وتضع وضعها أقتيا بهذه الطريقة يكون الضغط أسهل وأتم فإن البارود متى انضغط بهذه الكيفية تجزأ وانسحق كله مع السهولة وإذا وضع الصندوق على كامة الطلومبة لم أن ينصب بقر هذه الكفة صقالة صغيرة فوقها سطح يكون ارتفاعه بقدر ارتفاع الكفة التى تكون منخفضة بقدر الامكان وعلى كائنا جهتي هذا السطح حز كبير يشبه حروز سلك الحديد كل حزمهما

يمتد الى آخر كفة الطلومبة تحت الصندوق وفي هذين الخزين يدخل حران
مخوفان او بكرتان مخوفتان لهما حلقان والصندوق يوضع فارغا على السطح
ثم يملأ ويغطى بغطائه المستطيل ثم يدفع الى الكفة فعند ذلك تنزع الصقالة
الحاملة للسطح وفي أسفل العارضة العليا من تخشيد الطلومبة قطعة
عديدة من الخشب عرضها دون عرض غطاء الصندوق
فتنحركات الطلومبة البخاخة ارتفعت الكفة ورفعت معها الصندوق
فعند ذلك يس غطاء الصندوق قطعة الخشب الغليظة الثابتة فيستقر ايضا
هذا الغطاء وينت ولاجل أن يس - تمر الصندوق المنزوع بالكفة على الصعود
د ثما يلزم أن يدخل الغطاء الى كور ويضغط البارود الذي في الكفة حتى
يصغر حجمه شيئا فشيئا بقدر الامكان

• (الدرس السابع) •

في الكلام على توازن الاجسام السابحة وعلى افعالها النوعية وعلى

سبلان السوائل

اذا وضعت جسمين من الاجسام الصلبة في سائل من السوائل وجدت بعض
هذا الجسم ينعكس في هذا السائل من جهة وبعضه يهوى على سطحه
من الجهة الاخرى ومن تلك الاجسام ما يثبت في السائل على وضع متوسط
بحيث لا يهبط الى قعر السائل ولا يصعد على سطحه ومنها ما يهبط الى القعر
فلذا وجب علينا أن نبحث عن منشأ تلك الاوضاع المختلفة من حيث
التوازن ولنبدا من ذلك بالحالة الاولى لزيادة اهميتها فنقول
اذا فرضنا أن كتلة من السائل مكثت راصدة في حوض اسفل
(شكل ١ لوحة ٢) وفرضنا أن جرأ من هذا السائل مثل
منه يخرج تجرد دفعة واحدة بدون أن يزيد او ينقص وزنه او حجمه
فلا تتغير فيه حالة التوازن اصلا وزيادة على ذلك تجرد الجزء الباقي من السائل
على حسب المساواة الموجودة بين الفعل وردة يضغط الجزء المنجهد من أسفل
الى أعلى بقوة تساوي وزن هذا الجزء المنجهد الذي هو م ح ح ح

ولنعوض الان جزء م د ح غ بحجم صلب موافق في صورته الظاهرة
وفي زته لجزء م د ح غ ونبحث عن الشرط اللازم لمكث هذا الجسم
في حالة التوازن

ولنفرض أن نقطة ع هي مركز ثقل السائل المعوض بالجسم السابح
فاذا كان مركز ثقل الجسم الذي هو عوض عن سائل م د ح غ
في محل غ فلا شك أن انضغاطات السائل الطاهر الراسية تساوي
زنة سائل م د ح غ قبل تعويضه وتساوي زنة جسم م د ح غ الذي
هو عوض عن سائل م د ح غ

فاذا لم يكن مركز ثقل جسم م د ح غ الصلب في محل غ بل
صعد او هبط عوديا عن نقطة غ التي هي مركز م د ح غ فلا شك
أن اندفاع السائل الطاهر من أسفل الى أعلى يكون على هذا الخط العمودي
بعينه ويكون محالاً لآلة الجسم وبذلك يحصل التوازن دائماً

ومن هنا نتج هذه النتيجة الاولى وهي أن كل جسم سابح على سائل او منغمس
فيه يكون فيه على حالة التوازن في صورتين ، الاولى صورة ما اذا كان
ثقل الجسم مساوياً لثقل السائل المعوض بهذا الجسم * الثانية صورة
ما اذا كان مركز ثقل الجسم الصلب ومركز ثقل الماء المعوض بذلك الجسم
موضوعين على خط قائم واحد

فاذا فرضنا الآن أن زنة الجسم مساوية بالضبط لزنة حجم السائل المساوي
لحجم ذلك الجسم أمكن انغماس هذا الجسم في هذا السائل بحيث تكون نقطة
التهافت مماسة لتسوية السائل وتكون هذه النقطة منغمسة في السائل بعدة
درجات مختلفة من العمق فاذا استقر الجسم والسائل المحتوى عليه أمكن أن
يترك هذا الجسم ونفسه فيصير عائماً في الوضع الذي أخذه في خلال الماء

ولكن اذا كان الجسم أخف من حجم السائل المساوي لحجمه فان ضغط الماء
المحيط به يدفع هذا الجسم من أسفل الى أعلى بقوة تساوي التفاوت الموجود
بين زنة السائل المعوض والجسم الصلب فيصعد هذا الجسم حينئذ ويخرج

منه جزء فوق السائل حتى يكون حجم الجزء المنغمس مساويا لثقل السائل
المساوي لثقل هذا الجسم

ونستكمل الآن على الحالة الثالثة أعني الحالة التي يكون فيها الجسم الصلب
أثقل من حجم السائل فنقول أننا إذا فرضنا في هذه الحالة أن الجسم الصلب
منغمس بتمامه في سائل فإن الضغط الحاصل من هذا الجسم من أعلى إلى
أسفل على حسب ثقله يكون أكثر من رد الفعل الحاصل من السائل من أسفل
إلى أعلى فذن يتأثر الجسم بفعل ثقله الخاص ويهبط إلى قعر السائل إذا كان
ثقل هذا السائل واحدا من جميع جهاته

وهذه النتائج الأولية كلها كثيرة الفوائد في عارضا في السائل كالماء مثلا
جسم من الأجسام الخفيفة فإنه يمكن بقوة الدفع نجس هذا الجسم تحت سطح
السائل مدة لحظات قليلة ولكن عما قليل يدفعه السائل إلى أعلى فيظهر فوق
سطحه ويعوم عليه ولا يبقى في السائل حينئذ من هذا الجسم الجزء يكون
حجمه الموضوع في سائل مساويا لثقل النوع

وإذا كان للأجسام حقيقة قوا تريا ثقل يساوي حجم الماء الحالة هذه الأجسام
شبه فارتدت الأجسام تمكث في سائل الماء كبعض الأخشاب السابحة أو
يس لها من خفة ما تعوم به على سطح السائل ولا من أثقل ما تنغمس به وتثبت
على التراب والطينة فتي كانت الأجسام أثقل من الماء ولو يسرها فما تهبط
من نفسها إلى قعر السائل وهذا ما نشاهده إذا طرحنا في الماء كرة من حديد
أو من رصاص

فبناء على ذلك إذا كان لجسم زنه ثابتة أو أن فيه خاصية ما يزيد حجمه أو تنقص
فإنه يمكن أن يثبت في خلال السائل أو يعوم على سطحه أو ينزل إلى قعره
وإذا جعلنا هذا الجسم قدر كمية السائل الذي يحل محله فإن وزنه إما أن يكون
قدر هذا الجسم أو أقل منه أو أكثر وهذه هي الخاصية التي توجد في الأسماء
فإن الله سبحانه وتعالى جعل لها من الوسائط ما تعيش به في الماء ولو بلغ في العمق
ما بلغ وتثبت فيه مع غاية السهولة من محل إلى آخر فجعل لها قنطرة هوائية

محاطة بفشاء مرين يبتسط تارة ويتقبض أخرى فيزيد حجمه أو ينقص في
أراد هذا الحيوان الارتفاع اكتفى بارخاء العضلات الصاغطة لهذه القناة
فيزيد حجمه في الحال بدون أن يزيد ثقله فهذه الكيفية يرتفع إلى سطح السائل
المحيط به بواسطة رد الفعل ومتى أراد النزول إلى قرار السائل حرك تلك
العضلات الصاغطة للقناة المذكورة فينقص حجمه وينزل بثقله الخاص به
حتى إذا وصل إلى العمق الذي يريد لأجل أمنه واستراحتة فتفتح تلك القناة على
قدر الكفاية بحيث يحدث فيه ثقل يساوي ثقل الماء الذي يحمل محله فيمكث فيه
حينئذ مع الراحة والسكون

فاذا فرضنا الآن أن المطلوب عمل سفينة غير قابلة للفرق لزم أن نفرض أن
جميع اجزائها التي يمكن للماء الدخول فيها ممتلئة بالماء وأن ذلك لا يمنع
السفينة من العوم ويمكن عمل ذلك بأن تتخذ هذه السفينة من مواد خفيفة
جدا كالأخشاب البيضاء لاسيما خشب الفلين بحيث لوملا الماء جميع
المسافة المشغولة بالمواد التي اتخذت السفينة منها كان ثقل الماء أكبر من
ثقل السفينة فاذن لا فائدة في ملء باطن السفينة بالماء وحيث أن هذا الماء
ليس أثقل من الماء الذي حل هو محله فالتفاوت المقروض بين ثقل الجواهر
الخفيفة المركبة منها السفينة و ثقل حجم الماء لم يزل موجودا فبناء على ذلك
تعوم السفينة ولا تغرق أصلا * وبموجب هذه القاعدة عملت الزوارق الصغيرة
المعدة لاقطاد أهل السفن الكبيرة التي تغرق قريبا من الميناء ولكن لسوء الحظ
لم يمكن أن يصنع من تلك المواد بهذه المثابة السفن الكبيرة المعدة لحمل كثير
من الناس والأحذية والبضائع الصغيرة الحجم الكبيرة الوزن فاذن يلزم التثبت
بوسائط أخرى يكون بها اقطاد تلك السفن من العوارض الكبيرة التي
تقضي بها إلى الفرق

وأعظم الاستعمالات التي أمكن للبشر استكشافها من خواص السوائل
التي تحمل بها الأجسام الصلبة الموضوعة على سطحها هي خاصة القنج
والسفن التي تسير على الماء في البحيرات والابحار لنقل الناس والمحصولات

الصاعية الى مسافات بعيدة في أزمنة يسيرة بواسطة قوى قليلة
وهذه السفن ليست إلا أجساما صلبة مقعرة تغطها الكلي أقل من حجمها
المشغول كله بالماء وبأجله فالسفينه اذا وضعت على سطح الماء فانها تعوم
فوقه

والجزء الاسفل منها المنغمس في السطح الافقي من تسوية الماء يقال له انزابل
أي سفلى منطقة السفينة والسطح الافقي المذكور يعرف بالسطح
المساوي لماء أي بقمة تهفف الماء وعلى ذلك خد انتهف الذي هو المحيط
المرسوم على السطح الطاهر من السفينة يسمى بمستوى التهفف أي تسوية
سطح الماء

ومتستفى اقواعد التي ذكرناها في شأن توازن الاجسام السابجة على ظهر
الماء انه لا يمكن أن تعوم السفينة على ظهر الماء وتبقى على حالة التوازن
بدون الشرطين الاتيين وهما

(أولا) يلزم أن يكون الانزابل المساوي بحجم الماء المعوض بالسائل
مساوي في لنقل لحجم الماء المساوي لنقل السفينة مساواة تامة

(ثانيا) يلزم أن يكون كل من مركز نقل الانزابل المرسوم شغله كله بالماء
ومركز نقل السفينة موضوعا على خط عمودي واحد ولا يكتفى أن تكون
السفينة المراد وضعها في الماء موضوعة في وضع واحد على ماء راكد بالكلية
ولا أن تكون متوازنة توازنا وقتيا فان كثيرا من العوارض العادية تعرض
على حين غفلة وتغير هذه الحالة وذلك أن ركاب السفينة وخدامها المتوطنين
بإدارة سيرها وحركتها ينتقلون في الغالب من جهة الى أخرى ومن الأمام الى
الخلف وكل حركة من حركاتهم تغير حالة التوازن الاصلية وأدى حركة من الريح
لتي تعبر تسوية السائل وتقرع الجزء العائم من السفينة يحدث عنها عوارض
أخرى قوية تغير حالة التوازن ايضا

فذن لا ينبغي الاقتصار على مجرد كون السفينة ملازمة لوضع واحد
من التوازن على السائل بل ينبغي ايضا أن يفرض انها مع تغير هذا الاتجاه

بسبب اى عارض كان تكون في حالة التوازن او انها تميل الى أخذ التوازن
والرجوع الى وضعها الاول

فاذا فرضنا أن السفينة كانت في وضعها الاصلى (شكل ٢) ثابتة على
سائل مرن وأن نقطة ث هي مركز ثقل الاترابل وهو مرن
وأن نقطة غ هي مركز ثقل السفينة لزم أن كلا من هذين المركزين يكون
على خط واحد عمودى مثل ث غ بحيث تكون السفينة في السائل
على التوازن دائما فلوفرضنا انها تميل قليلا بحيث تكون ا د (شكل ٣)
هو خط التهافت بدلا عن ا د الذى هو خط التهافت الاصلى (أينا
ان الاترابل يكتسب حجم د ب د من جهة خط ث غ
وبنفسه حجم ا ب ا من الجهة الاخرى من هذا الخط فاذاً يكون مركز
الاترابل بهذا التغير مستقلا من جهة ب د د الى نقطة ث

فاذا رفعنا عمود ث م الى النقطة م التى يتلاقى فيها مع مستقيم
ث غ فنقطة م هذه هي ما يسمى بالمركز الخارج من السفينة
واذا كانت نقطة غ التى هي مركز السفينة موضوعة فى نقطة م
مع الاحكام والضبط حصل التوازن وبقيت السفينة على حالة التوازن
فى وضعها الجديد كما كانت فى وضعها الاصلى

ولوفرضنا أن نقطة غ التى هي مركز ثقل السفينة تحت نقطة م
لكان هناك قوتان احداهما تساوى ثقل السفينة وهى التى تحركها
فى نقطة غ من أعلى الى أسفل والاخرى تساوى هذا الثقل او ثقل الماء
المعوّض وهى التى تحرك السفينة من أسفل الى أعلى فعلى ذلك تتحرك هاتان
القوتان معا لاجل تدوير الجسم العائم من الشمال الى اليمين فان مال من
اليمين الى الشمال او العكس بمعنى ان اختلاف القوتين يكون سببا فى أخذ
السفينة لوضعها الاصلى ففى هذه الحالة يكون التوازن ثابتا ويستمر
الانسان فى السفينة ولا يخاف من الفرق اذا تغير وضع التوازن الاول
واما اذا كان مركز غ (شكل ٤) فوق نقطة م فان قوة ثقل

السفينة رقوة السائل الدافعة يتحرك كان لاجل تدوير الجسم في جهة واحدة كمايل السابق بمعنى اننا اذا ميلنا السفينة من جهة مالت معنا الى تلك الجهة وبجولة فيدون نظام والترتيب الذي لم نتكلم عليه هنا تدور السفينة حتى تتقلب وهذا ما يسمى بالانقلاب وفي هذه الحالة لا يكون التوازن ثابتا وقد اري يعرف مهندسو السفن الوسائط اللازمة لثبات الكافي للمراكب في أغلب السفن لم يوجد فيه هذه الصفة التي لا بد منها وكان يرى ما ميل الى وضعه القول اذا حصل له أدنى تغير ولكن اذا تجاوزت القوة العارضة حدتها فان السفينة التي تكون ثابتة في امينالاتكون كذلك في وسط البحر مع شدة الريح العاصفة بل بمجرد اشد تداد الريح تتقلب السفينة وتغير هي وركابها تحت لأمواج واما الآن فصار يمكن التحرز من مثل هذه الاخطار بواسطة المعارف

ومن ألفت الاشياء كون الانسان يرى العلوم البحرية تسمى الى اعانه وحفظه من الاخطار التي لم يكن تدركها بالتجربة العملية التي هي عبارة عن استعمال بعض وسائط منتخبة وحسابات مضبوطة ولولا كثرة مواد هذا البحث لأوردنا هنا ما يلزم له من التفاصيل المتعلقة بمعرفة ثبات السفن فان ذلك من خصوصيات الهندسة العالية فلم تركه لنصايط البحرية ومعمارية السفن حيث ان ذلك من وتوظيفهم ظيراجعه في تطبيقات الهندسة والميكانيكا فانه مذكور فيها مع التفصيل والتوضيح التام ولما تكامنا على تغيرات حجم الاجسام السابجة ناسب أن نعقب ذلك بالكلام على ثبات او تغير حجم السوائل التي نعوم فيها هذه الاجسام فنقول

ان هنالك سوائيل كالماء والنيذ والزيق لا يتغير حجمها تغيرا ظاهرا ولو اشدت الضغط عليها فلذا كانت تسمى بالسوائل الغير المنضغطة وهي وان كانت لا تتأثر بالقوى التي يستعملها الانسان في زيادة حجمها او تنقيصه لكنها تتأثر بالقوة المؤثرة في جميع الاجسام الطبيعية وهذه

القوة هي الحرارة

فكلما زادت الحرارة في هذه السوائل زاد حجمها فاذا وضعنا عدة سوائل مختلفة الطبيعة في محل واحد وكانت كلها متأثرة بالحرارة على اختلاف أنواعها فان ما بطراً على حجمها من التغيرات يكون على حسب النسب الثابتة تقريباً مثلاً اذا فرضنا أن عموداً من الماء تأثر بقوةين مختلفتين من قوى الحرارة او البرودة حتى زاد طوله او نقص كنسبة ١ او كنسبة ٢ وغيره. بعهد آخر من الزئبق او الزيت او الكؤل او غير ذلك من السوائل فان حجم هذا العمود الثاني يتغير بالزيادة او النقص في هاتين الحالتين بكميات متناسبة تقريباً :: ١ : ٢

فيكني اذن أن نعرف التغيرات التي تحدثها الحرارة في سائل واحد في محل واحد اذ بذلك نعرف نسبة التغيرات التي تحدثها هذه الحرارة في السوائل الاخرى وهذا التوافق الحاصل في تغير حجم السوائل لا يكون الا في حدود معلومة بحيث لو تعداها اختلفت طبيعة هذه الاجسام

فلو بردت السوائل بزيادة بعض درجات لتجمدت وصارت صلبة فن ثم اذا اشتدت البرودة صار الماء ثلجاً واذا كانت البرودة دون ذلك بكثير تجمد الزيت وانمقد فلذا ترى الزيت في فصل الشتاء يتجمد في المريئة مع وجود حرارة المحل بخلاف الماء فانه لا يتجمد في البلور الموجود بهذا المحل

واما روح النبيذ والزئبق فليسا كالزيت والماء الصافي لان تجمدهما عسر جداً فاذن لكل سائل درجة مخصوصة يتجمد فيها مادامت هذه الدرجة باقية على حالها والا خرج الجسم عن السائلة الى الصلبة

فاذا أبدلنا البرودة بالحرارة وزدناها شيئاً فشيئاً فان هذه السوائل تنهض الى حد معلوم تنفرق فيه اجزؤها الصغيرة عن بعضها وتستحيل بخاراً او غازاً وتصير اجساماً سائلة كالهواء

وذلك انما يكون اذا سخن الماء حتى وصل الى درجة الغليان الذي هو كثاية عن ازدياد حجم جزيئاته التي تستحيل من حالة السائلة الى حالة الغازية

وبهذه الزيادة يشغل الماء الذي استحال الى بخار او غاز مسافة اكبر من مسافته قبل الاستحالة بألف وسبع مائة مرة

وكذلك يمكن تحويل السوائل الاخر الى حالة البخارية او الغازية لكن بدرجة مخصوصة من الحرارة فيلزم في تصاعد الانير والكؤل حرارة أقل من الحرارة اللازمة لتصاعد الماء ويلزم في تصاعد الزيت حرارة اكبر من ذلك كله ومع هذا فيلزم في تصاعد السائل الواحد واستحاله الى بخار أن تكون درجة الحرارة واحدة

وحيث كان يحصل للسوائل في حالتي التجمد والتصاعد تغيرات مناسبة تقريباً وكانت درجة الحرارة التي تحدث التجمد او التصاعد في سائل واحد لا تتغير أمكن أن نأخذ تفاوت الحرارة الحاصل بين تجمد اى سائل كان كالماء مثلاً وتصاعده ونقسم ذلك التفاوت الى اجزاء متساوية ونجعلها وحدة للحرارة

وهذا ما كان يفعله رومور فإنه كان يقسم تغيرات الحرارة الى ثمانين درجة متساوية من ابتداء تجمد الماء الى تصاعده

واما الآن طرأ على طرأ لا نظام في التقسيم قسموا هذه المسافة الى مائة درجة متساوية وهو ما يسمى بالتقسيم المئتي

وقد ترتب على هذه المعرفة السهلة التي هي أخذ الحرارة وحدة قياس تقدم عظيم للعلوم الطبيعية والفنون الصناعية فلو عرف الاقدمون طريقة قياس الحرارة لتركوا لنا معارف نفيسة في شأن حرارة الكرة وعدة حوادث طبيعية ومثل ذلك مما يبحث الانسان على اختراع الطرق والوسائط التي يقيس بها مع الضبط كل قوة من القوى الطبيعية

ولترجع الى انكلام على توازن السوائل الحقيقية فنقول ان كتلة السائل التي تكون درجة حرارة جميع اجزائها واحدة يظهر منها في سائر نقطها أن وزنها

واحد و حجمها واحد فتكون كثافتها واحدة من جميع جهاتها فاذا قابلنا عدة اجسام مختلفة وكانت متحدة الحجم كانت كثافتها مناسبة

مع اوزانها

فاذا أخذنا كيلوغراما من الماء بنحو ٥ درجات من الحرارة وكيلوغراما آخر بنحو ١٠ درجات وثالثا بنحو ٢٠ ورابعا بنحو ٣٠ وخامسا بنحو ٤٠ وهكذا كان وزن الجميع واحدا غير أن حجم الأول يكون أقل من الثاني والثاني أقل من الثالث والثالث أقل من الرابع وهكذا

ولاجل مقابلة هذه الكثافات نقيس حجم كيلوغرام الماء في جميع هذه الاحوال المختلفة فان زلت الحرارة الى الدرجة التي يكون فيها هذا الحجم صغيرا جدا كان حجم الماء الذي يساوي دسيمترا مكعبا هو عين القياس المسمى ليتر والمراد من الماء هنا الماء المقطر الذي تصاغر حجمه بقدر الامكان ويسمى في اصطلاحهم بالماء المقابل

(ولا يوصل في تصغير حجم الماء الى درجة الصفر ودرجة حرارة الثلج الذائب بل الى ما فوق الصفر بثلاث درجات وكسور)

ومن المهم ايجاد وسائطها تكون مقابلة كثافة الماء المأخوذ وحدة لقياس بكثافة جميع الاجسام الاخر

وقد ذكرنا أن كثافة الجسمين المتحدين في الحجم تكونان مناسبتين لانه هذين الجسمين ويطلق اسم الاوزان النوعية على الاوزان المتقابلة من هذين الجسمين المتحدين في الحجم

وثقل الماء الذي صغر حجمه يؤخذ وحدة قياس للاوزان النوعية

فاذا رمزنا للوزن النوعي من حجر او معدن من المعادن بعدد ٢ او ٣ او ٤ دل ذلك على أن وزن دسيمتر مكعب من هذا الجسم يساوي وزن دسيمتر مكعب من الماء المأخوذ وحدة للاوزان النوعية مرتين او ثلاثة او اربعة ويؤخذ من توازن الاجسام السابحة طريقة سهلة توصلنا الى معرفة الاوزان النوعية وهي أعظم فائدة من غيرها من الطرق التي تستعمل في ذلك

وحينئذ لا يمكن بدون استعمال توازن الاجسام السابحة أن نعرف الانتقال النوعية الا بالعملتين الآتيتين احدهما أن نقيس مع غاية الضبط حجم ق

الذى هو حجم الجسم المطلوب معرفة ثقله النوعى ثايتها أن تقيس وزن $ح$
الذى هو وزن هذا الجسم المعروف المقدار في حالة الفراغ وتقدر أن $ق = ث$
ليرات وأن $ح = م$ كيلوغرامات فاذن $\frac{م}{ث}$ هو العدد الدال
على الوزن النوعى

ولكن اذا كان شكل الاجسام غير منتظم فانه يتعسر او يتعذر قياس حجمها
قياسا هندسيا فعلى ذلك لا يمكن أن نعرف حجم هذه الاجسام ولا وزنها النوعى
معرفة صحيحة

فاذا كان جسم $ح$ (شكل ٥) منتظما بتمامه في سائل ابث
المصغر الحجم وبقي معلقا فيه لكون ثقله يساوى ثقل حجم الماء الحال هو محله
كانت نسبة زنة هذا الجسم الى حجمه كنسبة زنة الماء المعوض الى حجمه
وفي هذه الحالة يكون الوزن النوعى لهذا الجسم مساويا مع الضبط لثقل الماء
ويستدل على ذلك بعدد ١

واذا كان جسم $ح$ (شكل ٦) الموضوع في وسط السائل بدون حركة
محتاجا الى أن يمسك بقوة $ف$ لتلايهبط الى قعر الماء كان حجمه أثقل من
الماء الحال هو محله فاذن يكون ثقله النوعى اكبر من ١ .

ومن السهل معرفة المقدار الكلى لهذا الثقل النوعى

وذلك بأن نعبئ مثلا بحرف $ق$ ليرات عن عدد ليرات الماء المقابل
المعوض بحجم $ح$ أعنى حجم هذا الجسم بحرف $ق$ كيلوغرامات يصير
ثقل الماء المعوض

وليسكن الآن حرف $ف$ عبارة عن القوة التى يلزم استعمالها لمنع
جسم $ح$ من الهبوط الى قعر السائل

وحيث ان هذا الجسم قد ذهب بواسطة اندفاع الماء جزء من ثقله مساو
لثقل الماء المعوض المساوى $ق$ كيلوغرامات فاذن يكون ثقل هذا الجسم
ناقصا $ف$ مساويا $ف$ فعلى هذا يكون الوزن الكلى للجسم الموزون
في الفراغ (اى خارجا عن السائل) مساويا $ق + ف$ كيلوغرامات

وبالجملة فالوزن النوعي لهذا الجسم يكون مساويا $\frac{ق + ف}{ق}$

فاذا اقتضى الحال أن ندفع جسم $ح$ من أعلى الى أسفل بقوة $ف$ لاجل منعه من الصعود الى سطح الماء بدلا عن جذبه بقوة $ق$ من أسفل الى أعلى لاجل منعه من السقوط الى القرار صارت زنة الجسم الحقيقية عبارة

عن $ق - ف$ كيلو غرامات وصار ثقله النوعي مساويا $\frac{ق - ف}{ق}$

ويستعمل لقياس قوة $ف$ آلة عظيمة تسمى بالميزان الادروستاتيكي (شكل ٧) وهو ميزان ذو ذراعين متساويين عادة وكفتين احدهما معدة لوضع الاثقال فيها

وفي أسفل كل واحدة من هاتين الكفتين خطاف صغير يعلق فيه طرف خيط رفيع وفي الطرف الآخر من هذا الخيط تعلق الاجسام المراد معرفة وزنها النوعي

وقبناهذا الميزان مستندتان على مسندين منضمين الى قضيب آلة مربعة معدة لرفع الاثقال وهذا القضيب يهبط ويصعد على حسب تدوير ملفاف هذه الآلة يمينا او شمالا ويهبطه وصعوده تهبط او تصعد نقط تعليق الميزان وبهذه الطريقة يمكن سقوت جسم $ح$ في اثناء ممتلي بالماء المصغر حجمه بقدر الامكان ويمكن ايضا معرفة ثقل $ف$ الذي يلزم وضعه في احدى الكفتين لاجل معادلة جسم $ح$ المغموس في الماء

فاذا وضع ثقل $ف$ في الكفة المعلق فيها الجسم كان هذا الجسم أخف من الماء الحال هو محله واما اذا كان وضع الثقل المذكور في الكفة المقابلة كان الجسم أثقل من الماء

فاذا وزنا الآن جسم $ح$ في الفراغ اى قبل حلوله في السائل وقد ترنا ان وزنه يبلغ $ق$ كيلو غرامات فنحصل معنا أن الثقل النوعي من الجسم الموزون

$\frac{ق - ف}{ق}$ أو $\frac{ق - ف}{ق}$ على حسب كفة الميزان التي يوضع فيها

ثقل **ف** وحيث كان من المهم أن تعمل هذه العمليات مع غاية الانضباط لم
عمل مدرج مثل **ح و خ** وعقرب مثل **ث و** ليعرف بهماهل الميزان
مبل كل وزنة وبعدها في حالة التوازن الطبيعي - أم لا وبأجله فلاجل التحقق
من توازن هذه الآلة بتمامها ينبغي أن يكون الميزان محمولا على اطراف
البريمات الثلاثة التي نستعمل في رفع الجهات المنخفضة رفعا بحيث يصير
مركز الكرة المعلقة في الخيط على نقطة موضوعة في مركز القاعدة التي تساويها
تلك البريمات تسوية صحيحة

ومن الاجسام ما يذوب بمجرد الوضع في الماء كالجواهر المالحه ومنها ما يمتص
الماء سريعا فحينئذ تكون قوة **ق** اللازمة لتوازن هذه الاجسام في الماء
زائدة بقدر زنة الماء الممتص وناقصة بقدر الجوهر المحلول الذائب في الماء
المحتوى عليه فيلزم في مثل هذه الحالة أن توزن تلك الاجسام في سائل آخر
يكون ثقله النوعي معروفا كالزيت والكوول والزئبق ويكون مخالفا للجوامد
التي يراد معرفة ثقلها النوعي

ولاجل قياس ثقل الاجسام الصغيرة النوعي - نستعمل آلة عظيمة اخترعها
نكولسون

وهي عبارة عن اسطوانة من الصنج مرموز لها بحرف **ا** (شكلا ٨)
وكفة مرموز لها بحرف **ب** معلقة فوق تلك الاسطوانة بواسطة قضيب صغير
وسطل مرموز له بحرف **ض** عروته معلقة تحت الاسطوانة المذكورة
فاذا أردت أن تعرف بواسطة هذه الآلة الثقل انوى الجسم **ث** فضع
هذا الجسم أولا في كفة **ب** وأردف عليه ثقل **ف** حتى ينزل الجسم
المنغمس بتمامه في الماء المقابل بحيث تكون علامة **ط** على سطح الماء

وقد عرف قبل ذلك ما يلزم وضعه من وزن **ق** (غير الجسم) لاجل تنزيل
هذه الآلة بحيث تكون علامة **ط** على سطح الماء فاذن ينتج معن
$$ق = ح + ف و ح = ق - ف$$
 وحرف **ح**
هو وزن جسم **ث**

ثم نضع جسم **ث** في سطل **ض** الصغير ونغمسه في الماء وتلاً الكفة الصغيرة بالصنج حتى تنزل الآلة على قدر الكفاية بحيث تكون علامة **ط** على مساواة السائل

واذا رمزنا بحرف **ف** الى مجموع هذه الاوزان الجديدة نخرج معنا **ق - ف** تساوي ثقل حجم الماء المعوض بجسم **ث** فعلى ذلك

تكون $\frac{\text{ق} - \text{ف}}{\text{ق}} = \text{ثقل جسم ث النوع}$

فاذا أردنا الآن معرفة الوزن النوعي للسوائل أخذنا مكعباً من جسم معدني يكون ضلعه نحو دسميتر واحد وعلقناه في أسفل كفة الميزان الادروستيكي فلو غمسنا من مبدأ الامر هذا المكعب في الماء المقابل لزال من وزن الجسم نحو كيلوغرام واحد فيلزم اذن أن نضع على الكفة الحاملة للمكعب المعدني كيلوغراما ليكون الميزان الادروستيكي في حالة التوازن الذي فرضناه قبل الغمس في السائل

فاذا أخرجنا المكعب من الماء ونغمسناه في سائل آخر كالزيت او روح العرق مثلاً كان حجم كمية السائل المعوضة واحداً ووزنها مختلفاً لان هذه الاجسام أخف من الماء فاذا فرضنا حينئذ أن **خ** هي الوزن الجديد الذي يلزم وضعه في الميزان كي يحصل بعد الانغماس التوازن الذي كان موجوداً قبله نتجت معنا هذه النسبة وهي نسبة وزن دسميتر واحد مكعب من الماء المقابل الى وزن دسميتر مكعب من السائل الجديد كنسبة كيلوغرام واحد الى **خ** كيلوغرامات فاذن تكون **خ** هي الوزن النوعي لهذا السائل الجديد فاذا استعملنا عوضاً عن المكعب المعدني الخال في الحقيقة محل لـ ١ لتر واحد من الماء مكعباً لاجل الاحمل ١ لتر او $\frac{1}{4}$ او $\frac{1}{2}$ من لتر فان الوزن المفقود من المكعب في الماء المقابل على حسب هذه الاحوال يكون $\frac{1}{4}$ او $\frac{1}{2}$ او $\frac{1}{4}$ من كيلوغرام او يعبر عن ذلك بحرف **م** كيلوغرامات فاذا عبرنا عن الوزن

المقود في السائل الجديد بحرف χ كيلوغرامات نتج معنا χ

وهو الوزن النوعي المطلوب بمعنى انه يكفي في تحصيل الوزن النوعي للسائل الجديد أن تقسم الوزن المفقود من السائل الجديد على الوزن المفقود من الماء وهناك طريقة عظيمة تستعمل لأجل معرفة الأوزان النوعية السائلين وهي أن نأخذ أولاً كمية من الزئبق مثل α (شكل ٩) في انبوبة منحنية ثم نصب في فرع α الأول وزناً مثل χ من السائل الأول الذي نريد أن نعرف وزنه النوعي ثم وزناً آخر مثل χ من السائل الثاني في فرع β حتى يستوي الزئبق في الفرعين

فإذا كان الضغط الواقع من وزن χ على جزء α من الزئبق مساوياً للضغط الواقع من وزن χ على جزء β من هذا الزئبق فينتج $\chi = \chi$ وإذا استوت الأنبوبة وصارت متوازنة كان حجم السائلين اللذين يرتفع أحدهما من α إلى β والآخر من β إلى α متساويين مثل ارتفاع α إلى β فعلى ذلك تكون النسبة بين السائلين النوعيين اللذين الجسمين كـ $\frac{\alpha}{\beta}$ و $\frac{\beta}{\alpha}$ ومن ذلك يعلم أن السائلين النوعيين اللذين الجسمين كناية عن ارتفاع α و β وان كان ذلك على خلاف القياس

وتدعيب على هذه الطريقة وعلى استعمالها في العمليات من وجهين أحدهما انه يسرع على الإنسان في مبدأ الامر وجود انبوبة يكون لفرعيها قطر واحد من جميع جهاتها ثانياً انه لا يمكن اتحاد جوانب تلك انبوبة كثيراً ولا قليلاً مع السوائل وذلك يتقص نتيجة وزن السوائل النوعي فالأحسن أن تستعمل الطريقة الكثيرة الاستعمال في الفنون وهي طريقة الآلة المسماة بالاربيومتر (أي مبرأ ضغط السوائل) وذلك بأن ندرس أولاً كرة فارغة من زجاج مثل β (شكل ١٠) وكرة أخرى أصغر منها

مثل ضمه في جرمه منارصاص اوربني وتكون مثبتة تحت الكرة الكبرى وتقرض ايضا فوق هذه الكرة ثبوتية مثل ثا مدرجة بتقسيمات متساوية فاذا فرضنا أن هذا الار يومتر نغمس في الماء المقابل الى نقطة ه فان انغماسه يكون أقل من ذلك لو غمس في السوائل الخفيفة عن الماء وهناك علامات مخصوصة تبين الحدة الذي يصل اليه الار يومتر حال انغماسه في سائل معلوم الوزن النوعي كالعرق او المحلولات الملحية فعلى ذلك اذا احتسنا سائلا من السوائل فاننا نجد وزنه النوعي اما أن يكون مساويا لوزنه المعتاد او أقل منه أو أكثر ومثل ذلك من الامور المهمة في عدة فنون

والآلة التي اخترعها فارنهييه (شكل ١١) هي أنفع بكثير من الآلة السابقة وهي تتخالفها من حيث كون كرتها الكبيرة مستطيلة وانبوبتها قضيبا قصيرا فيحتاج اوفوقه كفة صغيرة الآن هذا الار يومتر يوزن مع غاية الضبط ويرسم وزنه على الكفة لتلاينس ثم نغمس في الماء المقابل وبعد ذلك نقلا الكفة بانتقال صغيرة مثل ح حتى يغمس الار يومتر المذكور في الماء الى علامة ا لتحقيقا ثم يخرج ويغمس في السائل الذي نريد معرفة وزنه النوعي ثم يوضع في الكفة انتقال صغيرة أخرى مثل خ حتى تصير علامة ا على مساواة السائل

فاذا رمزنا الآن الى وزن الار يومتر الموزون في الفراغ (اي خارج السائل) بحرف ح نخرج معنا لوزن السائل المعوض وقت الانغماس الاول ح + ح و لوزنه وقت الانغماس الثاني ح + خ وزيادة على ذلك يكون حجمما كتلتى السائل المعوض متساويين فبناء على ذلك تكون نسبة $\frac{ح + ح}{ح + خ}$

هي نسبة الوزنين أعنى وزني السائل النوعيين

ثم ان علماء الطبيعة يستعملون الاوزان النوعية في تمييز الاجسام المتحددة في الصورة واللون المختلفة في الطبيعة ويستعملها الجوهر جية ايضا ليعرفوا بها الاجسام الثبينة من غيرها وكذلك الكيمائية والاطباء اجتهدوا في معرفة خاصة

هذه الاوزان حتى لا يدخل عليهم غش الدجالين الذين من عادتهم بيع الاجزاء
الكيمائية والادوية المغشوشة

ولامنع أن اذكر هنا مثالا شهيرا يستدل به على منفعة الآلات التي تستعمل
في قياس اوزان السوائل النوعية قياسا صحيحا مضبوطا فأقول ان العرق
له وزن نوعي يختلف كبيرا وصغرا باختلاف درجة تركيزه (اي انعقاده
وتداخل اجزائه في بعضها) كثرة وقلة والفرنساوية هم أول من قاس درجة
تركيز العرق بميزان السوائل وأول من احرز قصب السبق في غفر اختراع العرق
وجعله على الدرجة المضبوطة الملايمة لانواع الاحتياجات والاستهلاكات

وقد أراد الاسبانيول مزاجا الفرنساوية على غفر صناعة عمل العرق بسبب
نظافة ابتذنتهم الروحية بالتقطير ولكنهم لجهلهم بقياس درجة التركيز بميزان
السوائل اكتفوا بوضع قطرة من الزيت على العرق تنزل فيه من ارتفاع معلوم
فقد رغو ص هذه النقطة كثرة وقلة في عمق السائل تعرف قوة العرق كثرة
وقلة ايضا وكانت هذه الطريقة الخشنة توقعهم غالبا في الخطأ فكانوا
يعطون المشترين من الاجانب خيرا مختلف الدرجة فكان ذلك منشأ لدم
محصولاتهم وسوء شهرتها حتى اضطروا الى بيعها للفرنساوية بدون القيمة
فالآتهم العظيمة يكسبونها القوة المناسبة بالدرجة المضبوطة وبيعونها
بأعلى ثمن كغيرها من الارواح المستخرجة عندهم فكانوا قبل الفتن يكسبون
في كل سنة من شمال اوربا من هذه التجارة بخصوصها اربعة ملايين من
الفرنكات

واما الآن فعرف الاسبانيول استعمال ميزان السوائل وحرروا فرنساوية
من هذا الربح العظيم

وبذلك تعرف اهمية منفعة الآلات البسيطة المتحصلة من الميكانيكا بالنظر
لتجارة الاهالي ووزوتهم ولاشك أن منشأ تلك الفوائد انما هو العلوم
والمعارف

وحيث تكلمنا على ما يتعلق بضغط السوائل وتوازنها فامب أن تكلم على

النتيجة التي تحصل من هذه السوائل حين انه فاعها من الالاء أو الخوض
الذي يحويها مطلقين على المسلك الذي يخرج منه السوائل المذكورة اسم
الثقب أو المنفذ سواء كان ذلك المسلك في عمق الالاء أو احد جوانبه فتقول
لتفرض أولاً أن المنفذ في عمق الالاء وأن هذا العمق أفقى - فجزة العمق الذي كان
شاغلاً لمحل المنفذ كان حاملاً لضغط مساو لعمود الماء الذي صار هذا المنفذ
قاعدة له وارتفاعه هو نهاية سطح السائل الاعلى وهذا العمود هو عبارة
عن الثقل الضاغط لجزيئات الماء الموضوعة على نفس القاعدة وهذه هي طريقة
معرفة السرعة التي تكون للسائل بالنسبة للضغط المذكور فإذا علقنا
في هذا الثقب انبوبة منحنية ارتفاعها مساو ولو للسطح الاعلى من السائل
فإن هذا السائل بمجرد الثقل يندفع في الانبوبة بقوة تتجدد في كل لحظة بشدة
واحدة وهذه هي القوة السريعة الداعمة فاذن يكون السائل مندفعاً من أسفل
الى أعلى بنفس هذه القوة حتى يساوى ارتفاع السطح الاعلى من السائل
وبذلك يحصل التوازن ويصير السائل ساكناً كما راكداً وعليه فالسرعة التي
يأخذها السائل من ابتداء صعوده من السطح الاسفل من الثقب الى السطح
الاعلى منه هي عين السرعة التي يأخذها من هبوطه من السطح الاعلى الى
السطح الاسفل حتى يصل الى السطح المذكور وحيث ان سرعة الجسم الساقط
بنفسه مناسبة لجرر تر يبع ارتفاع سقوطه فالسرعة التي يخرج بها الماء من
المنفذ مناسبة لجرر تر يبع ارتفاع عمود الماء الموجود فوق هذا المنفذ
ويكون تأسيس نافورات الماء على حسب القاعدة التي توصلنا بها الى هذه
النتيجة وذلك بأن تمر انبوبة منحنية من حوض مرتفع فيصعد الماء المندفع
منها عموداً حتى يصل الى ارتفاع هو في الحقيقة عين ارتفاع السطح الاعلى من
السائل ما لم يكن هنالك هواء يقاومه ويعارضه ولتلاحظ ايضاً انك اذا رأيت
نافورة ماء وجدت سرعة الماء قوية عند خروجه من الثقب ثم تنقص
شيئاً فشيئاً كلما ارتفع السائل حتى تضعف بالكلية عند آخر درجة ارتفاع
الماء التي منها ينزل الماء الى أسفل آخذاً في السرعة التدريجية التي كانت له

وقت الصعود

والمياه التي تغوص في الارض تميل الى الصعود منها بحيث تساوى سطح محلها الذي نزلت منه وهذا هو اصل المنابع والعيون ونحو ذلك

واذا سال الماء من اناء بواسطة ثقب فالكمية التي تسيل من الماء في زمن معلوم تكون مناسبة لسرعة السائل و سطح الثقب ومع ذلك فالقاومة التي تحصل للسائل من جوانب الثقب تختلف كبرا وصغرا باختلاف سطوحه فتكون مزدوجة بالنسبة الى ثقب ذي أربعة سطوح ومثلثة بالنسبة لذي تسعة وهكذا وكلما صغرت المنافذ كبرت المقاومة وبالعكس

وهناك سبب آخر تنقص به كمية الماء الخارج من الثقوب وهو ما يسمى في اصطلاحهم بانعقاد السائل وذلك أن عمود السائل العمودي على مستوى الثقب ليس هو الذي يميل بمفرده الى الخروج من هذا الثقب بل كذلك جميع الجزيات السائلة المحيطة بهذا العمود قريبا من الثقب اذا كانت مضغوطة الى جهة ذلك العمود فانها ايضا تميل الى الخروج من الثقب المدكور ويولد من ذلك ضغط يجاتي يميل الى ضم العمود اى السائل عند خروجه من الثقب وكلما دقت جوانب الثقب عظم الانعقاد ويناقص بتعليق انبوبة في الثقب وتطويلها بالتدريج الى حد معلوم اذ يتجاوز هذا الحد تضعف سرعة السائل باحتكاكه في الجوانب الباطنية من الانبوبة بل ربما انعدمت السرعة بالكلية اذا كانت الانبوبة أقسية ومفرطة في الطول

فعلى ذلك اذا أردت أن توصل المياه الى محل بواسطة أنابيب طويلة جدا لزم أن تجعل لهذه الانابيب المنحدرا كافيا بحيث يكون ثقل الماء دائما مبطلا للتأخر الذي ينشأ عن احتكاكه في جوانب الانبوبة

ثم ان الثقب ليس على صورة واحدة بل قد تكون الثقوب متعددة السطوح وفيها ثقب صورته مخالفة لصورة البقية فهذا الثقب يخرج منه في زمن معلوم كمية قليلة من الماء وكذلك اذا كانت على اشكال متعددة الاضلاع فما كان منها منتظما تخرج منه كمية كبيرة من الماء ومن الاشكال الكثيرة

من الامطار مناسبة لسطح الارض الاتقى فلو أمكن معرفة كمية المطر التي تقع على كل متر مربع مع الضبط لكان مجموع هذه الكميات المائية دالا على جملة مياه أمطار فرانس ولكن معرفة ذلك متوقعة على ~~صغير~~ من التجارب فاذن يلزم الاقتصار في هذا المعنى على بعض المحطات كأن نضع في محل فارانا مفتوحا من أعلاه وفي أسفله فتح متصل بمحوض مسدود سدا محكم بواسطة حنفية لمنع فساد الماء وتكون فتحة الاناء عبارة عن سطح مضبوط القياس بحيث يساوى مترا مربعا فينثذ يتحصل من كمية الماء التي تقسمها بالتوالي على حسب الامطار كمية مجموع المياه المطرية الواقعة على كل متر من الامطار المسطحة

وقدر آى علماء الهيئة ان ين تكاوا على أطوال مملكة فرانس انه يجب عليهم بمقتضى المحطات العديدة التي أبداه علماء الطبيعة في هذا المعنى تقويم كمية الماء التي تقع في كل سنة على المتر الواحد من أرضها بسبعة اعشار متر مكعب في بناء على ذلك اذا أخذنا $\frac{7}{11}$ ٥٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامطار المربعة التي هي عبارة عن سطح هذه الارض تحصل معنا ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامطار المكعبة بالنسبة الى كمية المطر الذي يقع في السنة المتوسطة على أرض فرانس

وجميع المياه التي تقع على الارض تنقسم أربعة أقسام الاول يفوس في الارض ومنه تتكون المستنقعات التي تستخذ منها منابع العيون والانهار وهذا القسم أتم نفعاً للصناعة من غيره والثاني يسيل على الارض بلا واسطة ومنه تتكون السيول والمجارى وغيرهما ومنه ايضا يحصل الفرق والزيادات النجاسية وربما أمكن تقليل مضارته في بعض الاحوال بل ربما أمكن جعله نافعا للصناعة في بعض أحوال أخرى

والثالث تستهلكه النباتات وتنتثر به وأرباب الصناعة يبحثون عن زيادته والرابع يتساعد بخارا وأرباب الصناعة يبحثون عن تنقيصه وينعسر الوقوف على وجه صحيح لا تقسام المياه الى هذه الاقسام الاربعة

ومع ذلك فالذى أراد بمقتضى حسابات حررتها انه لا يمكن بالنسبة لقرانا
أن تقوم بأقل من الثلث كمية المياه المطرية التى لم تنثر بها النباتات ولم تصاعد
بخارا وتذهب الى البحر وتقرض أن المياه المطرية التى تذهب فى البحر
ليست الا ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة وأن هذه المياه النازلة
من المحال المرتفعة من الارض واما المحال التى تكون أرفع من ذلك بسبب
ما فيها من الاجات فلامانع من اعتبارها كالمحال التى تكون مياهها المتحصلة
اكثر من هذا المقدار ومع ذلك فنقول ان كمية المياه المطرية تكون واحدة
فى جميع المحال اذا كانت تلك المحال فى حوض واحد

ولاجل معرفة كمية القوة المحركة المتحصلة من ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من
الامتار المكعبة لضرب كل متر من مكعب الماء فى ارتفاع المحل الذى يسيل منه
الماء فى الجارى او الخيلجان التى تنفع بها الصناعة

ولو أخذت مستوى فرانسأ أخذنا كاملا بواسطة مخينات أفقية متقاربة
من بعضها بقدر الكفاية الكفى ضرب سطح الارض الافقى المتحصرين هذه
المخينات المتنوعة فى الارتفاع المتوسط المتحصرين بين النقطة العليا والنقطة
السفلى من كل خط من مقياس التسوية واذا قسمنا مجموع هذه الحواصل
على السطح الكلى تحصل معنا ارتفاع الارض المتوسط وضرب هذا
الارتفاع فى جله المياه المطرية تحصل كمية القوة المحركة المتحصلة من المياه
مع عدم الالتفات الى المسافة الرأسية التى قطعها كل نقطة من الماء قبل
اجتماعها بالنقط الاخرى التى بانضمامها لبعضها تحدث الجارى والقنا
لنافعة للصناعة

وأعلى جبل فى فرانسأ يرتفع فوق سطح البحر المحيط ٣٤١٠ امتار فاذا
لو أخذنا لارتفاع الارض المتوسط نصف هذا الارتفاع لكان فى ذلك مجاوزة
للعدد المناسبة بخلاف ما اذا بحثنا عن ارتفاع نقطة التقسيم العليا من
خيلجان فرانسأ الماترة بين سلاسل الجبال فى داخل البلاد فالتباين تلك تقف على
مقدار قريب من الحقيقة واما نقطة تقسيم خليج برغونيا التى هى أعلى من

جميع تقط تقسيم خليجان فرانسافانها على ٢٤٢٦,٣٢ فوق سطح البحر المحيط والظاهر أن الاوفق في ذلك أن نأخذ لارتفاع الارض المتوسط مقدار اقليلافانه اولى من الكثير وذلك بأن نأخذ ١٠٠ متر فقط أعنى أقل من ربع ٢٤٢٦,٣٢

وبما تمضى هذه الفروض لو لم يستهلك جزء من هذه المياه بالتصاعد أو تشرب النباتات لاستعمل على كيان القوى المحركة التي تحدثها هذه المياه بالنسبة للصناعة في فرانساجا صل شرب ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠ في مائة وينتج من ذلك قوة كلية قدرها ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة واقعة من ارتفاع متر واحد واما اذا حسبنا قوة المياه النازلة في البحر فقط فانتا نفرض أن مقدار ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة النازلة من ارتفاع متر واحد هو عين قوة هذه المياه

واذا أردت الآن أن تعرف ماهي القوة البشرية التي تعادلها قوى الماء التي ينهاها فاعلم أن الانسان اذا كان قويا صحيح الجسم يرفع في اليوم الواحد من الماء ما يساوي ٥٠ مترا مكعبا الى ارتفاع متر واحد وهذه النتيجة مطابقة لتجارب المهندس كولب التي صنعها في القوى البشرية فاذا فرضنا أن الانسان الذي لا يستريح الا في ايام البطالة المعتادة يشتغل ثلثا يومه وأنه لا يعرض في كل سنة الاستراحة ايام أو سبعة وجدنا الشغل السنوي لهذا الرجل القوى المأخوذ وحده اقياس القوة البشرية يساوي ١٥٠٠٠ متر مكعب مرفوعة الى متر واحد واذا قسمنا ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة على ١٥٠٠٠ وجدنا خارج القسمة ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ فاذن أقل ما تساويه قوة مياه فرانسالمطرية هو قوة ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ من الرجال الاقوياء الذين يشتغلون من السنة ثمانمائة يوم وبعبارة أخرى ان هؤلاء الرجال البالغ عددهم ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ المستعملين في رفع المياه يصلون الى ارتفاع منبعها كمية قليلة من الماء الذي يفرض ان ارض

فرانسا تصبه في البحر

وانما ذكرت هذه الصورة لآيينها ما لفرانسا من الخيرات العظيمة في مجارى مياهها الطبيعية ولو نظرت مع ذلك الى قلة المياه المستعملة في الصناعة الفرانساوية لتعجبت من هذا الامر واستغربته فقد رأينا في كتاب موسيو القوتة شبتال الذى ألفه في خصوص الصناعة أن عدد طواحين فرانسا ٧٦٠٠٠ منها ١٠٠٠٠ هوائية و ٦٦٠٠٠ مائية وشغل هذه الطواحين مما تسهل معرفته

وذلك أن وزن الحبوب المعدة للطحن على اختلاف أنواعها يبلغ عدده في السنة الواحدة ستة مليارات من الكيلوغرامات ولا يخفى أن القوة اللازمة لطحن ١٠٠٠ كيلوغرام تساوى الشغل اليومي لستة وخمسين رجلا فتضرب ٦ ملايين في ٥٦ يحصل معك مقدار القوة الكلية اللازمة لطحن حبوب فرانسا وهو ٣٣٦٠٠٠٠٠٠٠ من الاشغال اليومية مقسومة على ايام الشغل التى قدرها ٣٠٠ يوم وذلك يستلزم ١١٢٠٠٠٠ من الشغالة فاذا فرضنا أن طواحين الهواء في مملكة فرانسا تحدث شغل ١٢٠٠٠٠ رجلا فقط فان شغل ١٠٠٠٠٠٠ من الرجال وهو الباقي يساوى شغل طواحين الماء بتلك المماكة فاذن لا تكون القوة الادروليكية المستعملة في طحن جميع الحبوب بفرانسا الا ٨٠٠ جزء من قوة المياه النازلة الى البحر المستعملة في الصناعة

ومما يستدل به على عدم استكمال طواحين الماء في بلاد فرانسا أن ما يستدعى فيها من الاشغال قوة مليونين من الرجال لا يستدعى اذا كانت الآلة الادروليكية جيدة محكمة الا قوة مليون واحد ولكن اذا تضاعف شغل الطواحين في هذه الصورة بحيث صارت تحدث من القوة ما يساوى قوة مليون واحد من الرجال في أنواع فروع الصناعة فانها مع ذلك لا تستعمل الا ٤٠٠ جزء من القوة المحركة المكتسبة من نزول مياه المطر على ارض

فرانسا

وان سأل سائل عن قوة الآلات الادروليكية المستعملة في الاكوار المعقدة
لتطبيق الحديد والكوانين والمعامل على اختلاف أنواعها فلك أن تقول
ان هذه القوة لانسوى قوة الطواحين وحيثذ فلا مانع من أن تقول انه
لا يوجد في الصناعة الفرنسية بالنظر الى حالتها الراهنة من الماء المستهلك
في أشغال الفنون كمية تساوى ٢٠٠ جزء من القوة المحركة المكسبة من
نزول المياه المطرية

واذا اقتصرنا على المياه المستعملة الآن ولم نأخذ شيئا من المياه الغير
المستعملة أمكن أن نقسم نتيجة المياه المستعملة ولو الى ثلاثة أقسام فقط
ونعطي منها للصناعة قوة محركة تعادل الشغل السنوى الذى يشتغله
مليون من الرجال الاقوياء الذين يشتغلون في السنة ثمانمائة يوم
واذا نظرنا الى عظم القوة المحركة المكسبة من المياه المطرية عند انصبابها
الى البحر من الاماكن العالية كما سبق رأينا انه يسوغ لنا بواسطة هذه
القوة أن نحدث عدة مصانع ومعامل على عدة أماكن من الارض
واتما استكمل هذه العمارات وما يتصل عنها من الخير والثروة فهو متوقف
على حسن التدبير الذى نعرف به كيفية استخراج المنافع من جريان المياه
واستعمالها استعمال القوة المحركة بواسطة الطارات الادروليكية او غيرها
من الآلات الميكانيكية

ومن الصواب أن يجتهد في جميع جهات فرنسا مدارس عملية لخصوص
هذا الغرض

واستحسن أن يكون ذلك في تولوز او في بوردو لان هاتين المدينتين
يظهر لى انهما في موقع عظيم لاسيما وهما في مركز مصب المياه النازلة من الجبال
الشامخة كجبال البرنات وسويسنة وكاتال واورنيه فينبى فيهما
مدرسة عملية يتعلم فيها التجارون والحذاون وغيرهم من صنائعية
المعادن الذين بلغوا درجة الاستاوات الماهرين في صناعة الطارات
الادروليكية والطواحين على اختلاف أنواعها ويتعلمون فيها ايضا بادى

الهندسة والميكانيكا المستعملة في القنون كما هو جارٍ الآن
 في مدرستنا النورمالية (أي التي تخرج فيها الخوجات) ويطبقون ذلك
 تطبيقاً جيداً على قوة المياه ويجلب إلى هذه المدرسة جميع الشغالة الماهرين
 المعتبرين لعمل طواحين جنوب فرنسا واحداً بعد واحد ومما يستحسن أيضاً
 بناء مثل هذه المدرسة في مدينة غرونوبل وبالنسبة وليون فإنه ان
 بنيت هناك مدرسة كانت مركز الشغالة الاودية التي تكثر بها المياه الجارية
 النازلة من جبال ألبه العليا والسفلى ومن جبال مصب سويسة
 الشرقية ومن جبال اوورنيه ومن مصب جبال ووزغ وبورا الجنوبي
 وكذلك يلزم بناء مدرسة من هذا القبيل في حوض لوار وكذلك
 مدرسة رابعة في الشمال وخامسة في سفح جبال ووزغ وبورا وهذه
 المدارس يمكن انشاؤها مع توفير كثير بل يمكن تجديدها بالزيادة في مصانع
 الآلات الادروليكية المؤسسة في تلك المحال المذكورة ولتقتصر
 على ما أوردناه في هذا المعنى فإنه لا يحلو عن الفائدة بل يصير فيما بعد منشأ
 زيادة الارادات والمحصولات لاصحاب الطواحين وغيرهم من أرباب
 الصناعة الفرنسية ويكون أيضاً طريقاً لازدياد القوى المحركة
 المستعملة في الصناعة

وقبل أن نتكلم على الفوائد التي يمكن تحصيلها من حسن تركيب
 الآلات الادروليكية ينبغي أن نتكلم على الوسائط التي بها يمكن توفير جلة المياه
 التي تستخرج منها القوة لعظمة فنقول انه لا يخطر بالبال تقيص كمية المياه
 المستعملة في سقي النباتات بل الاوفق والانتفع زيادة هذه الكمية ويظهر
 أن ذلك يمكن الحصول مع غاية التوفير الذي به يعظم الانتفاع بالمياه بالتقرب
 من منبعها ويكثر نقصان التصاعد ومما يتقص التصاعد أيضاً الاشجار
 المغروسة على جانب مجاري المياه بحيث تمنع عنها الهواء والشمس وقد نهت
 الحكومة الفرنسية على عدم غرس الاشجار على جوانب الطرق الكبيرة
 لأنها عادة تولد فيها رطوبة تضر بالعمدة ورخصت في غرسها على شواطئ

الانهار والترع لتقيها من ضرر المياه الحاررية وتقل تصاعدها ومثل هذا
لاحتراس لابد منه خصوصا بالنظر للمجاري والترع المعدة للسقي التي ماؤها
لنقول هو عين الخير المراد تحصيله بل الاوفق تغطية تلك المجاري والترع
واتما المياه الحاررية على سطح الارض بلا واسطة فينزم أن يجعل لها عدة مسالك
صغيرة ذات انحدارات لطيفة حتى لا تتجلب معها كمية كبيرة من الرمل والتراب
كما تسعه السيول وهذه المسالك تستعمل اولا في السقي بالمجاري الصغيرة
ثم تجتمع مياهها في محل واحد بحيث يحدث عنها فيه نتائج ميكانيكية
كثيرة الفوائد

ويلزم أن يكون لكل جماعة من سكان البرية مجرى من هذه المجاري
لستعملها في أشغالها الصغيرة الاهلية والراعية * وفي جبال تيرول
مجار مائية مثل المجاري المذكورة تستعمل احيانا في تحريك مهود
الاطفال وهزها فتكون نائية مناب الحاضنة ونارة في خض المين
لجل تزييده وتويرا بمجار الس من المعدة لس الآلات وغير ذلك
ولست فائدة هذه الطريقة مقصورة على انتفاع اهل الارياف منها بقوة محركة
عظيمة بل يعود بها ايضا رجالهم ونساؤهم على الاستعانة بالقوى الطبيعية
وتربيدها نباهة الشبان وطلائعهم وتجهل الحركات الميكانيكية من حطوطهم
المعتادة ولا يتوقف تعلم الاطفال لهذه الحركات على تعليمات كبيرة
بل يكفي في ذلك بعض قواعد خامنا أحد نشأ في بلاد الارياف الا وعمل
في انخله ايام صغره طواحين صغيرة وجعل لها قضبان من خشب هو كتابة
عن محور البجلة وقطعتين من الخشب متقاطعتين تقاطع الصليب داخلتين
في قضبتين مصنوعتين على شكل زاوية قائمة في وسط المحور ليستكون عن ذلك
طارة ذات أربعة أجنحة وتعمل الاطفال ايضا على شاطئ البحر سفنا صغيرة
ويعملون لها صواري ورواجع وشراعات ويتركونها تعوم على سطح المياه
واذا نظروها تعوم بقوة الرياح داخلهم من الخط والفرح ما لا مزيد عليه
وقد كان مثل هذه التجارب منشأ لاتساع قرائح عدة من مشاهير الصنائع

وتتزايد هذه التجارب عند اولاد الارياض بما يرونه من الآلات البسيطة المتنوعة ولترجع الآن الى الكلام على الفائدة المراد تحصيلها من المياه فنقول

ان المنابع من حيث هي كثيرة كانت أو قليلة تنفع في كثير من الاشغال من اول وهلة

فيلزم أن تكون المجارى مستطيلة بواسطة الانعطافات التي تؤثر سرعة جريان المياه كما تقدم وتنقص مضارها وذلك بأن تغرس الاشجار على جوانب مجارى المياه أيا ما كانت وبمقتضى طريقة تسليك المياه ينبغي أن يجتنب بقدر الامكان هبوط الماء ثم صعوده في سقي البساتين والرياض فاذا تعذر اصال الماء على الاستقامة بل كان لابد من صعوده الى أعلى لزم أن يكون ذلك بواسطة الآلة البسيطة العظيمة المعروفة بالجدى الادروليكي فانها بالماء القليل يتولد منها على تداول الايام نتائج عظيمة كاسياني

واتما الماء الغائر في باطن الارض غورا عميقا فيمكن اخراجه على سطح الارض في كثير من الاماكن بحفر الابار التي شرع الآن في عملها في كثير من جهات فرانس المختلفة

واتما المجارى العديدة التي يراد عملها على جوانب الجبال والتلال فانها توصل بواسطة انحدار لطيف مقدار كافيا من الماء الى الارتفاع الذي يمكن فيه تشغيل الطواحين والمعامل على اختلاف أنواعها ومن مبدأ هذا الارتفاع الى البحر يلزم تقسيم مجارى المياه يجعلها تنصب انصبابات الى ارتفاعات بحيث يكون انصباب الماء منها كافيا في احداث القوى اللازمة للصناعة وذلك بأن تجعل الانحدارات لطيفة مهما أمكن فيما بين هذه الارتفاعات حتى تتناقص قوة الماء المنصب بقدر الحاجة ولا مانع انه بتوضيح هذه الطريقة ويبانها تعرفها امة بتمامها وتعمل بموجبها وما ذكرناه هو وسائط توفير المياه ولتتبع ذلك بالكلام على

سرعتها وتسائجها النافعة فتقول

ان سرعة المياه الجارية تتعلق اولاً بانحدار مجراها سواء كان هذا الانحدار كبيراً أو صغيراً وثانياً بسطح هذا المجرى وعمقه فاذا عملنا قطعاً عمودياً على اتجاه الماء وأخذنا صورة المجرى المنتهية بخط أفقي دال على سطح الماء نتج معنا ما يسمى بقطع الماء الجارى

وليست سرعة طبقات الماء المتدفق في هذا القطع واحدة بل مالا يصق منها المجرى تقل سرعته بسبب احتكاكه مع هذا المجرى ولما كان للطبقة الاولى من الماء بعض التصاق بالطبقة التي تليها وهكذا كانت كل واحدة تنقص سرعة الطبقة التي بعدها فالاولى تنقص سرعة الثانية والثانية تنقص سرعة الثالثة وهكذا فان قول قائل اى طبقة من طبقات الماء تكون سرعتها اكبر من غيرها قلنا هي الطبقة التي يكون وضعها متوسطاً بين قاع السائل وسطحه واما الطبقات التي على السطح الاعلى فحركتها دون حركة الطبقات السفلى القريبة من القاع

وينشأ عما ذكرناه امر شهير وهو ان المراكب والاجسام السابحة التابعة لسير الماء متى انغمس منها بعض عمقها أخذت في سيرها بسرعة متوسطة بين طبقات الماء الحالية محلها وكانت حركتها أشد من حركة الطبقات التي على سطح السائل

وقد عملت عدة تجارب لتحديد النسبة بين السرعة الكبرى على السطح وسرعة التيار المتوسطة

والسرعة المتوسطة هي السرعة التي اذا ضربت في سطح المقطع دلت على كمية الماء الجارى من هذا المقطع في وقت معلوم وانما اختلفت فروع هذا الماء في السرعة

وقد عرف المهندسون النسب الحسابية الموجودة بين انحدار المياه الجارية وبين سطح المقطع ومحيطه وبين السرعة المتوسطة لهذه المياه وقد اشتغل ماسيو بروني بهذا المبحث واستخرج منه نتائج سهلة تكفي

في جميع ما تحتاجه الصناعة في سائر الاحوال
واتر من بحرف ر الى سطح المقطع المنتقسم على طول المحيط من هذا المقطع
الدال على مجرى النهر وبحرف ك الى نسبة الارتفاع الى طول
السطح المعنى الدال على انحدار السائل الطولى وبحرف ق الى
سرعة الماء الجارى المتوسطة فيكون بين هذه الكميات النسب الآتية وهى

$$ر = ق \times ٠٠٠٠٠٢٤٢٦٥ + ٢ \times ٠٠٠٠٣٦٥٤٣$$

فاذا عرفت بهذه المعادلة ر و ك تحصل معك في الحال ق
وكذلك اذا عرفت ك و ق عرفت ر واذا عرفت ر و ق
عرفت ك

وقد عمل مسيو برونى في هذا المعنى جداول كاملة بموجب حساباته
وحسابات مسيو أتلون الموافقة لمباحثه الاولى وهذه الجداول تغنى
من أراد معرفة مقدار المياه الجارية عن كثير من الحسابات نلذا لم نعول
في الاحالة الاعليها وهى موجودة في كتاب ألف (١٨٢٥ سنة) من الميلاد
وطبع في المطبعة الملوكية وسعى بمجموع الجداول الخمسة والغرض منه هو اولا
سهولة واختصار حسابات الصيغ المتعلقة بحركة المياه الجارية في الجمارى
المكشوفة والانابيب الموصلة ونانيا بيان نتائج ١٦٧ تجربة لترتيب
هذه الصيغ

وليكن الآن $\frac{1}{2}$ هو نسبة مساحة المقطع الى طول المحيط و ج
هو ثقل الماء الموجود في الطرف الاسفل من الانبوبة التى يجرى فيها الماء
ليعادل الضغط اللازم لسرعة الماء الجارى المرموز اليها بحرف ع فينتج
معناه هذه المعادلة وهى

$$١ د ج = ع \times ٠٠٠٠٠١٧٣٣١٤ + ٠٠٠٠٣٤٨٢٥٩٤٢$$

وهاتان الصيغتان المشابهتان احدهما للجمارى المكشوفة والاخرى
للالانابيب الموصلة ومن العجيب أن نتيجة هاتين الصيغتين واحدة
وقد استكشف مسيو برونى مع غاية التوضيح هذه النتيجة المناسبة للعملية

والكافية في جميع الاحوال وذكر أن السرعة المتوسطة هي تقريبا $\frac{1}{10}$ السرعة التي على السطح المأخوذ في اتجاه الماء السريع الجريان . ومن النصيحة أن يقلل اهل الصناعة هذا التعدد في العيارات التي يأخذونها من مجارى المياه المستعملة عندهم لتأدية الفترة المحركة

ولاجل تقوية جريان الماء المعد للصناعة مع الوسط الكافي يلزم أن تعرف ولا شك المجرى معرفة صحيحة في اتجاه عمودى على التيار يكون وضعه معلوما وذلك بواسطة المحسات . فقيس سرعة التيار في محل السطح الذي يكون فيه جريان الماء اكثر سرعة من غيره

وقد حثرت لعادة في معرفة ذلك ثم بطرحون في الماء جسما عواما يتركونه يسبح مع التيار . فليسون المسألة التي يقطعها هذا الجسم في زمن معلوم ويقف اثنان كل واحد منهما في نهاية المسافة المعلومه التي يقطعها ذلك الجسم ويوضح أمام كل واحد وتدان تكون اتجاهاتهما العمودية على الخط الذي يقطعه التيار متوازيين . وبعد جدير بهذه المثابة يترك الجسم العوام حتى يتبارر سيرا لراصد الاول وعند ما يحاذى هذا الجسم اتجاه الرصد يضرب الراصد بدكة ورطبة او يشير بإشارة أخرى حتى يعلم راصد الثاني فعند ذلك يحسب كل منهما في زمن واحد حركت الساعة لدقائه او ثواني التي يقطعها العنقرب . فمدة قطع هذا الجسم لمسافة الموجودة بين الراصدين وبمجرد ما يحاذى الجسم اتجاه راصد الثاني يشير هذا الراصد ايضا بإشارة كالاول ويحسب كل منهما زمن الذي قطع فيه الجسم المسافة الموجودة بين العلامتين وتكرر هذه العملية مرارا حتى تحصل النتيجة المتوسطة من مجموع النتائج

ويغرس الجسم المذكور بتمامه في الماء حتى يكون اضطرابه بالريح قليلا وقد يستعمل عرضا عن الاجسام العوامية في قياس سرعة التيار طارة صغيرة على جوانبها ١٦ أو ١٨ ريشة ويكون قطر محورها صغيرا ومحورها مصقولا صفلا جيدا ويدور هذا المحور على الملفات بحيث يصعب تأثير الاحتكاك فاذا ضربنا عدد دورات الطارة المطروحة في التيار في المحيط الذي

يقطعه مركز ثقل الجزء المنغمس من الطارة في السائل تحمل معنا بقطع النظر
عن المقاومة مقدار المسافة التي يقطعها الماء الجارى على السطح مدة
التجربة

ومقاومة الهواء وان كانت تمنع حركة الطارة وتنقص سرعتها الا أن سرعة
السائل الحقيقية تفوق بالضرورة السرعة المعلومة بالتجربة فحينئذ لا ضرر
في أن نقوم القوة التي يمكن التصرف فيها تقويما واهيا

وقد وصف مسيو بيتون في رسالات اكدمة العلوم التي طبعت ونشرت
(٧٢٣ سنة) من الميلاد الانبوبة التي استعملها في قياس سرعة نهر السين
تحت القنطرة الملوكية فذكر انها انبوبة بسيطة من زجاج قاسها بمسطرة
مثناة ونمساها نمسا عموديا في السائل ونمسا فرعها الصغير نمسا أفتيا وجعل
الماء يدخل فيها من هذا الفرع ثم يصعد من الفرع الكبير الى ارتفاع يكون
عظمه بقدر سرعة السائل

وتعرف حينئذ سرعة السائل على حسب هذا الارتفاع بواسطة مدرج
مرسوم على تلك الانبوبة او على لوح من خشب ملصوق عليها فاذا نمت
هذه الانبوبة في السائل حتى وصلت الى العمق المطلوب كبيرا كان أو صغيرا
عرفت سرعة السائل بموجب الاعماق المواقفة لوضع الفرع الصغير الافقي
من هذه الانبوبة ولهذه الطريقة جهاز مخصوص بحيث يمنع اهتزاز موضع
الانبوبة وانتقاله عن محله الاصلى مدة التجربة

وقد ذكرنا في الدرس الخامس وصف الآلة التي اخترعها مسيو رينيه
المسماة بالدينامومتر وهي آلة تستعمل في قياس قوة التيار الدافعة على
سطح معلوم وكيفية القياس بها انسانا أخذ قطعة خشب منجورة على شكل
المكعب ونجعل لها من الثقل مقدار ثقل الماء بأن نجعل فيها عدة مسامير
ثم نعلق هذا المكعب بواسطة وتر مثبت في مشبك الدينامومتر ونغمسه
بعد ذلك في السائل فيحصل من هذا المكعب المذبذب بالسائل تأثير على الآلة
بأن يشد الياسى كثيرا أو قليلا على حسب قوة التيار فانتهى اليه

حركة الدينامومتر من الدرج المرسوم على المدرج يعرف به عدد
الكيلوغرامات تقوى لاسائل على السطح الداخلي من المكعب
ولتكلم على المجارى والقنوات فنقول اذا اراد احد الصنائعية أن ينفع
من جريان الماء بأن يجعله ملاقوة محركة لزمه أن يوصل الماء الى المحل
المقصود من قناة او مجرى طويلة ~~كثيرة~~ أو قليلا على حسب مطلوبه
ومثل هذا العمل معدود من الاشغال النفيسة التي لا بد أن شرع فيها من
التنظن ودقة الملاحظة وعمل حسابات مضبوطة حتى لا يخطئ في العمل
ويصرف مصاريف بدون فائدة بل بذلك تطهر له النتيجة النافعة التي يؤمل
حصوها من هذا العمل

وقد ذكر مسيو مـ تـون في جرنال مدرسة المعادن عدة تفاصيل نفيسة
تتعلق بهذه الاشياء المتنوعة ملخصها أنه يلزم أن اراد عظيم الارتفاع من
جريان الماء أن يعمل اربع عمليات مختلفة * الاولى معرفة الجرى او التمر
الذى يريد تحويله كله او بعضه ومعرفة مقدار الماء المعتاد النازل من هذا
المجرى او النهر لاسيما في فصل الصيف ومعرفة البلد او الجبال التي يمر منها
هذا المجرى وكذلك المجارى الصغيرة التي يمر بها المجرى المذكور ومسافتها
الاصليّة وبعدها من المبدأ الى النهاية * الثانية معرفة مقدار الماء الذي
لا تآلات المراد عملها * الثالثة قياس الارض من محل تحويل الماء الى التيارات
* الرابعة البحث بقدر الامكان عن ارتفاع كاف ينحدر منه الماء

رذلك لان معرفة انحدار المجرى من ادم الامور اذ كلما قل الانحدار طالت
المدة التي يستغرقها الماء في قطع المسافة المفروضة وكان هناك فسخة من
الزمن في تصفيته وفي تصعيده وتحويله الى بخار وكلما عظم اشتدت حركة الماء
وبذلك يظهر على جميع ما يصادفه من الموانع فلذا تراه يحفر حافى المجرى
ويجعل في قاعه حفرا كبيرة او صغيرة على حسب طبيعة الارض من صلابة
وغيرها وفي هذه الحالة يلزم في أغلب الاحيان اصلاح المجرى وايقاف المياه
وتعطيل نفقها حتى يتم الاصلاح

ويوجد بين الطرفين حد وسط كثير النفع يتعلق بطبيعة الاراضى التى يشتهها
 للمجرى وبالمياه التى تجري مع بعضها بجهة واحدة وهذه المادة علم او علمان
 وظيفته المهندسين وأرباب الصنائع المنوطين دون غيرهم بمثل هذه الاشغال
 ومقتضى ما ذكره مسيو منتون أن الماء يقطع فى الدقيقة الواحدة
 ثمانين مترا اذا كان عرض المجرى الباقي على حالة واحدة مترين وعمقه
 خمسة دسيميترات وانحداره دسيمترا واحدا على مائتين وخمسين مترا من الطول
 بمعنى أن انحداره متر واحد على ٢٥٠٠ من الطول

فالقوة الدافعة لمثل هذا المجرى تكفى فى تحصيل النتائج الآتية وهى (أولا)
 ان هذه القوة توصل بواسطة بجلة قطرها ١١ مترا اثنتى عشرة عربة
 من عربات الطولبات التى يرتفع مكباس الواحدة منها وينزل بقدر
 ١٦ دسيمترا فى كل مرة وقطر المكباس قدره ٣ دسيميترات وفى هذه
 الحالة تدور البجلة الكبيرة ستة أدوار كاملة فى طرف دقيقة واحدة
 (ثانيا) ان نصف هذا الماء يكفى فى تدوير آلة ذات اثنتى عشرة يد تدور بجلاتها
 التى قطرها ٤٥ دسيمترا ثمانية عشر دورا فى كل دقيقة (ثالثا) ان هذه
 البجلة تؤدى من الماء ما يشغل طولميترو ويحرك أربعة منافخ بل وأكثر

واتما المجرى الذى ليس له من الانحدار الا ١٣ ١/٢ من السنتيمترات على
 ألف متر من الطول فلا تكون سرعة حركة الماء فيه الا على الثلث من سرعته
 ماء المجرى الذى انحداره ٤٠ سنتيمترا على ألف متر اذا فرضنا عرض
 المجرى ٦ أمتار غير أن حركة الماء لا تكون منتظمة فى الثانى كاستقامتها فى
 الاول لانها قد تقف من جهة جانبية واذا نظرت الى حالى التصفية والتصفيد فان
 ماء المجرى الذى انحداره لطيف بحيث يكون مقداره ١٣ ١/٢ من السنتيمترات
 على ١٠٠٠ متر من الطول ولو بلغ ارتفاعه عند المسع ٧ دسيميترات
 على ٢٠٠٠٠ متر فيماعد المنبع ينتهى بواسطة الخربير والسيلان
 الغير المحسوس الى الانعدام بالكلية

وبمقتضى ذلك يظهر أنه لا يمكن أن نجعل للمجارى التى ابعادها كما ذكرنا أدل

من ٤ دسيمترات من الانحدار على ١٠٠٠ متر من الطول ولا ينبغي أن نجعل لها أكثر من ٧ دسيمترات من الانحدار على كيلومتر واحد من الطول لان زيادة الانحدار يترتب عليها نقص الحافتيين والعمق ولا ينبغي أن نتكلم هنا على حفر المجارى وعملها لان ذلك أنسب باسغال القناطر والجسور دون الهندسة والميكانيكا المستعملة في العنون

واذا لم يكن للمجارى انحدار كاف فانه يمكن الانتفاع بها بواسطة زيادة سعتها اما برفع حوافها أو بتوسيعها واما اذا كان الانحدار قليلا فلا وفق أن تكون حركة الماء واحدة في جميع طول المجرى متى أمكن ذلك واذا كان في الانحدار ارتفاع في بعض المحال فانه بعارض جريان الماء ويجبره على الارتفاع والتراكم وور بما فاض على جوانب المجرى فاذا اشغل الماء الراكد من الطول أكثر من ٨٠ مترا أو ما يأتى عليه من الماء فاذن ينبغي أن يكون للمجرى مقطع يكون في الكبر على قدر قوته الانحدار

وفي صورة ما اذا كان جريان الماء الذي يراد استعماله غير كاف بحيث لا يعطى للآلات دائما الحركة اللازمة لها يلزم جمع هذا الماء في حياض تكون فيها انبساطا كدونه وهو ما يسمى بالمستنقعات

وهذه الطريقة كثيرة التكاليف لانها تستدعي ارضا متسعة خصبة واقعة موقعا عظيما وعمقا الاودية مثلا فلذا تركوا في اوائل ظهور الآلات البخارية استعمال قوة الماء المتحركة في كثير من المواطن اذا كان لا يمكن تحصيل هذه القوة الا من اجتماع المياه بالطريقة المتقدمة

وفي مثل هذه الحالة ينبغي لارباب الصنائع أولا أن يحسبوا من مبداء الامر ايراد الارض التي يلزم جعلها مستنقعا ثانيا مصاريق الردم اللازمة لعمل مجارى التحويل والحواجز والجسور والسدود اللازمة للمستنقع وينبغي لهم ايضا أن يحسبوا ايراد هذا المستنقع ونتيجته النافعة ليقابلوا بينها وبين النتيجة النافعة التي يمكن تحصيلها من قوة الحيوانات والآلات البخارية وبذلك يعرفون قبل الشروع في العمل طريقة الوفرة ويستعملونها على الدوام

استعمالا عظيم النفع

ويلزم أن يوضع في الجسر الذي هو عبارة عن حائط الخوض انبوبة واحدة أو عدة انابيب من خشب أو حديد ليصل بواسطتها الى الآلات ما يلزم لتريكها من المياه ويكون تركيب هذه الانابيب من عدة قطع متعشقة ببعضها وتكون محتررة على بعضها مع غاية الدقة والضغط ويهتد بشقوقها وثقوبها بالمشاق ونحوه سدا محكما ويعتني ايضا كل الاعتناء بالاحتراسات اللازمة بحيث لا يرشح الماء من اى جهة كانت لئلا يترتب على ذلك تلف الجسر ويوضع في نهاية المجرى الموصلة بين الخرز سدا أو حاجز متحرك بحيث يرتفع فيمطر السائل ومن أراد الوقوف على ذلك فعليه برسالة استخراج المعادن التي ألهها مسيو دليوس وترجها مسيو اسكريه في الجزء الثاني

ويؤخذ من رسالة آلات مسيو هاشيت وصف الجدى الادروليكي على الوجه الآتى وهو ان ماء المسع عند وصوله الى نقطة ١ شكل ١٢ (لوحة ٢) مع السرعة الناشئة عن ارتفاع الانحدار يسيل بانبوبة التوصيل الرموز اليها بحرفى اب وهي المسعة في نقطة ١ ومائلة على وجه بحيث لا يتقص مقدار انحدارها عن ٢٧ ميليمترا على ٢ متر من الطول ثم يخرج هذا الماء من منفذ ث الذي يمكن سده بالسداة عند الحاجة

ويضم مخزن الهواء الرموز اليه بحرف ف الى انبوبة التوصيل وهي اب بواسطة رباط اسطوانى مثل ارش وفي وسط عمق مخزن ف المذكور يوجد منفذ مستدير محرز عليه مسند صغير اسطوانى في طرفه وهو ه سداة مرموز اليها بحرف ه وهناك سداة أخرى وهي ض معدة لحفظ هواء مخزن ف وحفظ مسافة م المتحصرة بين رباط ارش ومسند ه الصغير من السداة واتما انبوبة الارتفاع التي هي غ ك ش فبدوها من نقطة غ في مخزن ف وانبوبة اب ث التي يرمزها ماء المنبع تعرف بجسم الجدى الادروليكي

وانبوبة غ ك ش التي يرتفع منها الماء الى فوق المنبع تعرف
بانبوبة الارتفاع والسدادة الاولى من سدادي د و ه اللتان يسدان
منفذي ث و ه تعرف بسدادة السيلان او منع الجريان والثانية
تسمى سدادة الارتفاع وهاتان السدادتان عبارة عن كرات مجوفة مثل د و ه
تسلك بواسطة محاسن منها ولا يزيد سمكها على حجم الماء الحالة هي محله اكثر
من مرتين وطرف جسم الجدي الادروايكي الحامل للسدادتين ومخزن
ف يعرف عندهم باسم راس الجدي

(وقائدة مخزن الهواء المذكور هو استمرار الحركة في عمود الماء الصاعد وزيادة
تسارع الجدي الادروايكي ومع ذلك لا بعد من الاجزاء الاصلية الضرورية
اذ كثير من الآلات الادروايكية التي من هذا القبيل لا توقف حركتها
على مخزن الهواء بل تسبق حركة الماء في هذا المجرى بدون احتياج الى المخزن
المذكور فمن ذلك الطلومبات الجاذبة الضاغطة التي اخترعها ميسيو
ميسيل وميسيو مارتين في مدينة مارلي وذلك لانها ترتفع الماء من
نافورة واحدة مسنمة الى نحو ٥٧ مترا) ولنبين لك النتائج العظيمة
المتحصلة من دوران هذه الآلة فقول ان الماء عند سيلانه من منفذ ث
يكتسب سرعة في حركته من ارتفاع الاتحاد فيجبر ص ك رة د على
أن تخرج من ممسكها وترتفع الى منفذ ث وهذا المنفذ ينتهي بملقات
من جلد أو قش مدهون بالقمار ان تنطبق عليها الكرة انطباقا محكما
فعند ما ينتهي السيلان في هذا المنفذ رفع الماء ك رة ه السادة لمنفذ ه
من مخزن ف ودخل دفعة واحدة في هذا المخزن وفي انبوبة الارتفاع
التي هي غ ك ش فعند ذلك تزول عنه السرعة التي كانت معه
في وقت سد منفذ ث فتسقط حينئذ ك رة د و ه فتقلعها الخاص
احداها على ممسكها والاخرى على منفذ ه ثم يأخذ ماء المنبع في السيلان
من منفذ ث فتراجع سدادة د الى السد ولا تزال ثانيا هذه النتائج
بعينها تتجدد مادام الجدي على حاله لم يتغير تغيرا يينا

ومجرد ما ترفع سدادة د عن منفذ ث بسرعة يتسدى الجدى
 في الدوران وينتهي دورانه بمجرد رجوع هذه السدادة الى محلها الاول
 وينقسم زمن هذا الدوران الى أربع مدد الاولى يكسب فيها الماء عند سيلانه
 من منفذ ث جزءاً من السرعة الناشئة عن ارتفاع الانحدار وفيه ايضا
 تغلق سدادة د والمدة الثانية وهي أقصر من الاولى بكثير يغلق فيها كل
 من سدادة المنع وسدادة الارتفاع وتضغط فيها الاجسام المرنة سواء كانت من
 المعادن او كانت هواء والمدة الثالثة تفتح فيها سدادة الارتفاع ويضغط
 هواء مخزن ف ويرتفع الماء في انبوبة غ ك ش الصاعدة
 وتغلق سدادة الارتفاع وكذلك سدادة المنع لا تفتح والمدة الرابعة تتحرك فيها
 ثانياً الاجسام المرنة التي انضغطت في المدة الثانية وتبقى سدادة الارتفاع
 مغلوقة وتسقط سدادة المنع على مسكها بعد رفعها عن السيلان وهو ث
 وما يحصل من التساخي في هذه المدد الثلاثة الاخيرة يتعاقب ويتوالى مع
 السرعة ولو جعلنا الجدى ابعاداً مناسبة عرفنا مع سير الالتفات مقدار كل
 مدة من هذه المدد فالمدة الاولى ترتب بالتجربة بمعنى انه كلما زادت مسافة
 سدادة المنع المعبر عنها بحرف د على منفذ ث وزاد ثقل هذه
 السدادة كلما اكتسب هذا الماء النازل من منفذ ث سرعة كبيرة بحيث
 يرفع سدادة د ويطبها على منفذ ث واما من خصوص كل وضع
 من اوضاع السدادة على قاعدة مسكها فتقاس كمية الماء المرتفع في زمن معلوم
 مأخوذة وحدة للقياس بانبوبة ج ك ش الصاعدة واذا تغيرت
 مسافة سدادة د على منفذ ث يمكن لماء جسم الجدى الادروليكي
 ان يحصل سرعة تعادل النتيجة الكبرى لهذه الالة

المدة الثانية قدرأياً عند وصف الجدى الادروليكي ان مسافة م تكون
 ممتلئة بالهواء وهذا الهواء كناية عن الجسم المرن الذي يضغط في هذه المدة
 وحيث كانت جميع الاجزاء التي تركبت منها هذه الالة معدنية لم ان يكون
 فيها كذلك بعض مرونة ولكن اياما كانت هذه المرونة لابة وان نفرضها

منصبة ومعدة مع قوة هواء م ك انزن ولا تعتبر نتائج هذه المرونة الا في
المدة الرابعة

المدة الثالثة قد تكون القوة الحاصلة في المدة الاولى بعد ضغطها هواء م ك
مستعملة في ادخال الماء من منفذ ه في مخزن هواء ف وفي انبوبة
الارتفاع التي هي ج ك ش فيعجز الماء عن هذه القوة فسداد ه
تنزل بثقلها الخاص من م م ه على منفذ ه وسدادة المنع التي
هي د تنلق ثانيا من د ث

المدة الرابعة اذا انعلق كل من السدادتين فالهواء المنضغط في م ك يتحرك
ثانيا ولو كانت مدة هذا الفعل الثاني قصيرة الا ان تأثير النتائج التي يحدثها
يكون عظيما بحيث يورث حركة الالة وهذا الفعل الثاني يجبر الماء على كونه
يرجع من رأس الجدي الى منبعه وبذلك يتكون فراغ في آخر جسم الجدي
فذن يضغط الجو سدادة المنع التي هي د ويفتح منفذ سيلان ث
وماء المسع المنصهر في جسم جدي ا ب ث ياخذ عند سيلانه من هذه
الفتحة سرعته لاصابة ويستقر الماء على لارتفاع في نبوبة لصعود التي
هي ج ك ش بواسطة مرونة الهواء المنضغط في مخزن ف
المؤثر في ماء هذا الخزن ويحمله على لصعود الى اعلى

وقد تحصل حركة عامود الماء الصاعد بهواء مخزن ف فاذا لم يدخل في هذا
الخزن هواء جدي في كل دورة من دورات الجدي لابتدأ وأن يحلوسريعا هذا
المخزن من الهواء ويجري ض الصغير المغلوق بصمام يستعمل مسلكا
لهواء وهذا الصمام يفتح من ظاهر جسم الجدي الى باطنه والخلو الذي يحصل
في المدة الرابعة يفتح السدادة فيدخل متدار من الهواء الجوي في اسطوانة
ا ب ث د الصغيرة الموضوعة تحت مخزن ف ومنه يتشرفه
ويبقى جزء من هذا الهواء في مساقه م ك ويتكون عنه الجسم المرن المسمى
بالبساط الهواء وهذا الهواء المنضغط يطرد ثانيا الماء المنصهر في جسم الجدي
جهة المنبع وقد راينا ان هذا الطرد دائما يحصل في المدة الرابعة من الدوران

الكامل وتفرض ان انبوبة اب شكل ١٢ متقاسة باذراع ولن
شكلها ايضا هي شكل انبوبة منحنية فعند ما نجعل في هذه الانبوبة تيارا
مناسبا لارتفاع الماء الذي هو في مخزن (١) اكبر منه في مخزن ل فان
هذا التيار يحرك الجدي كما اذا كان في انبوبة مستقيمة ولاجل امتلاء هذه
الانبوبة المنحنية يلزم ان توجد حنفية موضوعة جهة ا ومدادة موضوعة
جهة ك يفتقان طرفي الانبوبة وهذه الانبوبة تملأ بالماء من قبة
موضوعة في قمتها ثم تغلق هذه الفتحة بعد ذلك غلقا محكما فاذا قلنا الحنفية ثانيا
من نقطة ا فالتيار يدخل في الانبوبة المنحنية ثانيا ويحرك الجدي
من نفسه

ويمكن استعمال الجدي الادروليكي كذلك في رفع المياه من الآبار والحياض
مطلقا غير انه ينبغي معرفة تأثير الطولمبات معرفة جيدة لاجل استعمال
التطبيق المسمى باستعمال الجدي الادروليكي الجاذب

(الدرس التاسع في الكلام على الطارات الادروليكية)

ولتسكلم على الطارات الادروليكية فنقول
اعظم الطرق التي تستعمل في توصيل قوة الماء المحركة الى الآلات هي طريقة
الطارات الادروليكية ويوجد من هذه الطارات نوعان اصليان احدهما
يسمى بالطارات الرأسية ويكون محورها فقيوا والاخر يسمى بالطارات الافقية
ويكون محورها عاموديا

وراجية النوع الاول على الثاني كون طاراته لا تحتاج في تشغيلها المسافة
كبيرة وكونها سهلة الملاحظة والتصلح

وينبغي ان نعلم من جهة الطارات الافقية القديمة والمستخدمة الطارات ذات القوة
البعيدة عن المركز التي يحصل منها عملية ثانية وكذلك الآلة المسماة بالدائيد
وكذا الطارات الافقية ذات الطاقات المنحنية ولهذه الطارات الاخيرة فائدة
مخصوصة وهي انها تحدث مع سرعة كبيرة على مستواقي حركة دوران
عظيمة كالحركة التي ينبغي عملها في طعن الحبوب الا أن هذه النارات كثيرة

التكاليف والمصاريف حيث ان عدة منها استدعى وضعاً قفياً، ثم ان هذا كان استعمالها قليلاً جداً بالنسبة لاستعمال الطارات الرأسية المستعملة الآن دون غيرها

ومن الطارات الرأسية ما يكون ذات طاقات أو أجنحة أو ألواح يؤثر فيها الماء بالتلاطم من تحت الطائرة وذئب مثل طارات الطواحين الموضوعة على مرابك في شاطئ الأنهر ومنها ما تكون ذات قواديس مثل ١١١ شكل ١ و ٢ و ٣ و ٤ لوحة ٣ وهذه الطارات يدخل فيها الماء المحرك ويسيل من اعلاها ومنها ما يسمى بالطارات ذات الجانب مثل شكل ١ و ٢ و ٣ لوحة ٤ وباجل أنه لا يوجد منها ادارات ذات قواديس يدخل فيها الماء من جهة واحدة من اسفل المركز وفي الطارات ذات الجانب انما تحصل قوة السائر بواسطة الصغلة وهذا اوفق من التصادم الذي يكون في الطارات ذات الطاقات التي يدخل فيها الماء من اسفل وتلك الطارات مربة عظيمة حيث انه يكفي في تدويرها قليل من الماء

وناسب العملية العلمية المستعملة في بيان حركة الطارات الادروليكية الى المعلم الشهير والمهندس انريكو بوردا

وقد اثبت كل من اسمياتون وبوسويت احدهما في ابتكائه والاخر في فرائض تجاريهما النتائج المستكنة بالحساب

فقال بوسويت لا يلزم ان يكون للطارات التحية عدد كبير من الاجنحة على قدر الكفاية بشرط ان لا تكون الآلة ثقيلة جداً فيعملون في العادة للطارات الكبيرة من ٢٦ الى ٤٠ دافعة في الساعات التي يكون قطرها سبعة امتار ويكون تحركها بسائل جاري وان لا يتجاوز القوس المنغمس في الماء من ٢٥ درجة الى ٣٠ وقال ايضا ان هذه الطارات اذا زاد عدد طاقاتها تحدث نتيجة عظيمة وان الطارات التي تنغمس في الأنهر يكون عدد اجنحتها عادة قليلاً لاجل ان لا يغطي بعضها بعضاً بحيث ان كلا منها يمكنه ملاطمة الماء ويعملون عادة في الصناعة للطارات المستعملة في الطواحين

الموضوعة على سطح الانهر من ٨ اجنحة الى ١٠ بل وبعض الاوقات
أقل من ذلك ونص على ان هذا العدد قليل جدا في هذه الطارات والافوق
ان يجعل فيما من ١٢ الى ١٨

ثانيا لكي تحدث الالة نتيجة عظيمة يلزم ان تكون مرعة الطارة مناسبة مع
سرعة التيار كنسبة ٢ الى ٥ وذلك في شأن الطارات الموضوعة على
الانهر وكذا الطارات الموضوعة في مجرى ضيق

ثالثا الاوفق في الطارات الموضوعة على حلبان قليلة الانحدار ويسيل فيها الماء
بسهولة بعد التلاطم ان توجه الاجنحة نحو المركز

واما اذا كان انحدار المجارى كبيرا بعكس ما تقدم فالافوق ان تكون الاجنحة
ماثلة بمقدار مناسب لنصف التطر بحيث ان الماء بطرقها طرعا موديا
وترداد قوتها (من ثقل الماء) ومع ذلك يلزم ان يكون هذا الانحدار محدودا
فلر بما يتجاوز الحد فقد كثير من القوة بتصادم تلاطم الماء اكثر مما يكتسب
من ثقل الماء المار على تلك الاجنحة الضاغطة لها

واستدل بارسيو بعدة تجارب تدل على ارجحية الطاقات المنخفضة على
الطارات ذات الاجنحة المتجهة اتجاها مستقيما في انصاف اقطارها فاذالم تكن
الطارات ذات الطاقات معرصة الى مائل مطلق كان حرؤها الاسفل داخلا
في مياه مستقيمة الروايا يسهو بها المجرى وجميع المجارى الغير المتقنة الصناعة
لها مسافات بين جدران الطارة وطاقاتها فيتسبب عن ذلك خسارة عظيمة
من الماء ولكن يمكن تدارك هذا الخلل في الطارات ذات الجناح لوحه ٤
شكل ٢ و ٣ بان نجعل لعق المجرى شكلا مستديرا تابع للمحيط الذي
تقطعه جوايب الطاقات الطاعرة عند دوران الطارة

ويبقى تنقيص قوة الماء يسيرا وباء على ذلك يلزم تقصير المجرى على قدر
الامكان فبذلك يرى ان الحاجر المماس للطارة في الطارات الكاملة لوحه ٤
لا يمنع من كونه يستمر في شغله حال خروجه من الحوض الذي يكون فيه
وهي الطريقة التي تحسب بها قوة الماء على الطارات الادروليكية وهي

ان نفرض أن ثقل حرف **ح** هو المعلق في طرف الوتر الملقوف على عامود
الطاراة وحرف **ر** هو نصف قطرها هذه الطاراة وحرف **ر** هو الزمن الذي تحصل
فيه نتيجة هذه الطاراة وحرف **ف** هو قوة الماء الموضوعة على مركز ضغط
او دفع الطاقات او القواويس وحرف **ر** هو مسافة بين مركز الطاراة
ومركز العمل فينبغي ان ينتج معنا على حسب قواعد حركة الطارات الدائرة
المذكورة في المجلد الثاني من هذا الكتاب في الدرس العاشر وحرف **ح** ر
= **ف** ر بقطع النظر عن احتكاك الدوران الطاراة

وعلى مقتضى تأثير الماء يحدث معناه أشياء كثيرة يجب علينا حسابها
مثلا في الطارات ذات الطاقات التحتية التي يلاطم فيها الماء الا لواح يفقد هذا
الماء جزءا من سرعته فلو كانت قوته المنقودة استعملت في محلها لانتجت لنا قوة
ف الوصلة الى الطاراة

ويظهر ان الطاراة ذات الطاقات التحتية تحدث نتيجة عظيمة متى كانت سرعتها
مساوية لنصف سرعة التيار المطلق

وهذه الطريقة في استعمال قوة الماء ليست اعظم الطرق فان الطاراة
الادروليكية تكون كاملة اذا كانت قوة الماء ترفع ثقلا مساويا لتلك الطاراة
الى الارتفاع الذي ينزل منه هذا الماء لكي يؤثر في الطاراة فاذن يلزم ان الماء
الحرك يعقد قوته كلها بحيث لا يبقى له عند انتهائه الا سرعة تساوي صفرا
واما الطارات التحتية فينبغي ان تكون سرعة طاقاتها بطيئة جدا فحينئذ تكون
هذه الطارات ناقصة احد الشروط اللازمة لاجداث اعظم نتيجة فاذن لا ينبغي
استعمالها الا في الحال التي يكون فيها الماء قوة محركة اكثر مما يلزم

وفي الطارات ذات الجانب والطارات الفوقية يمكن استعمال الماء بالاطلاطم
او الضغط واولى هاتين الطريقتين اقل فائدة من الثانية لما انها تضع جزءا من
الماء بتأثير الانضغاط

فبناء على ذلك يلزم ان تقتصر على ضغط الماء النازل بنفسه على الطارات
الفوقية او الجانبية فاذن يكون الماء في شكل **ا** و **٣** لوحه **٣** ملاطما

للقواديس وفي شكل ٢ و ٤ ينزل الماء عموديا وفي شكل ٤ يكون التلاطم قليلا جدا وربما كان مفقودا بالكلية ومتى فتح حاجز ق لا يخرج الا الجرة الاعلى من ماء الحوض وفي شكل ٢ و ٣ و ٤ يرى ان بعض القواديس يبق فيها الماء مدة طويلة اكثر مما في شكل (١) وبهذا الفرض يكون لها فائدة اخرى وفي شكل ٣ لوحة ٣ تكون القواديس مصنوعة من ورقات رقيقة من النحاس على صورة مستحسنة كما في شكل ٣ لوحة ٤

وفي شكل ٢ لوحة ٣ تمز المياه المتراكمة فوق الحاجز وتستقر على الذهب في الجرى من ٥ الى ف وفي شكل (٤) الذي احده المعلم بركان توجد حنفية تفرغ د د التي تفتح متى زاد الماء في الحوض وفي نقطة ٥ يوجد سد آخر او فتى يصرف ويمنع على قدر الاحتياج

وفي الدرس السابع من هذا المجلد تكلمنا على تركيب الآلات والطارات الادروليكية بالخصوص ولكن بقي علينا عدة اشياء ينبغي لنا ان نخلصها كي نصل بذلك الى درجة الانكسار في هذا الفن فانهم اتقنوه وابدعوا فيه حتى صار لهم مقدرة على صناعة طارات ادروليكية ذات ابعاد عظيمة من الحديد متقنة الصناعة بمقتضى الضبط الهندسي الذي هو اعظم مبادئ النجاح ولترجع لما نحن فيه من مقابلة قوة الماء المحركة وما تحدث من النتيجة فنقول ان النتيجة النافعة ليست الا ثلث القوة المحركة في الطارات المعتادة ذات الطاقات التحية وتكون قدر الثلث في الطارات ذات القواديس

وقد جرب مسيو امياتون عدة تجارب في نتائج الطارات الادروليكية فسمى الارتفاع الذي ينزل منه الماء عاموديا مع السهولة لكي تكسب السرعة التي بها يطرق جناح الطائرة بالنقل التقديرى الممكن وبذلك وصل الى النتائج الآتية

اولا متى كان النقل التقديرى اى الحقيقى واحدا فالنتيجة تكون تقريبا مثل كمية الماء المنصرفة

ثانياً اذا كان انصراف الماء واحداً كانت النتيجة مناسبة لارتفاع الثقل الحقيقي المذكور

ثالثاً اذا كانت كمية الماء المنصرفة واحدة وكانت النتيجة مثل تربيع السرعة

رابعاً اذا كانت قمتها الخارج واحدة كانت النتيجة مثل تكعيب سرعة الماء وفي الطارات الادروليكية الكبيرة على مقتضى ما قاله ايمانيتون تكون النسبة المتوسطة بين القوة والنتيجة كنسبة ٢ الى ١) والنسبة المتوسطة بين سرعتي الماء والطاراة كنسبة ٥ الى ٢

واما الطارات ذات القواديس فانها متى كانت مرتفعة بالنسبة الى سقوط الماء كانت نتيجتها عظيمة وينبغي أن تكون سرعة هذه الطارات قد مر متر واحد في كل ثانية تقريباً لكي يحدث اعظم نتيجة

ولتذكر الآن على بعض نبيهاات عمومية بطريقة موجزة تتعلق بالاستكالات التي ادخلها موسيو بونسولي من مندمدة قليلة في تركيب الطارات ذات الجناح حيث ان هذه الاستكالات تكسب نتيجة تلك الطارات زيادة عظيمة

ثم ان الطارات العلوية لا تستعمل الا في المياه الساقطة التي يتجاوز انحدارها مترين من الارتفاع ويكون فيها كمية كبيرة من الماء

واما التوايت البسيطة فانها تستعمل مطلقة من غير تقييد في ارتفاع المياه وتكسب سرعة عظيمة اذا بعدت قليلاً عن النتيجة المتحصلة منها

ومتى زادت سرعة الطارات على مترين في كل ثانية فان هذه الطارات تحدث جناحاً وتساعد على انتظام الحركة ولو مع وجود الرجات والبروزات وتغيرات السرعة الفجائية التي تحصل لاجزاء الآلة وتحدث ايضا مع بعض تعشق سرعة عظيمة تصل الكثير من العمليات الصناعية ولو مع وجود القبة المتعددة

ومن النادر كون الطارات ذات القواديس تحدث سرعة اقل من متر واحد في كل ثانية

فان سرعتها عادة تتجاوز مترين في كل ثانية وليس ذلك عيبا فيها حيث ان سقوط الماء المستعمل في مثل هذه الحالة يكون بالاقبل ثلاثة امتار وقد تبدل السرعة التي يستعملها الماء حال خروجه من المجرى وكذلك التي يأخذها الماء في هذه المجرى بالنظر للطارات ذات الجانب على أن الطارة يكون لها دائما في مثل هذه الآلة متران من السرعة في كل ثانية وهذه السرعة تضيق راجحة الطارة ذات الجانب على الطارة ذات الطاقات المعتادة متى كان سقوط الماء اقل من مترين فعلى موجب هذه المقارنة نرى انه يمكن استعمال التوايت المتحركة من اسفل مع انها غير مطلقة الاستعمال في جميع الاماكن في البلاد ذات السهل التي تكون فيها الانحدارات قليلة والمياه كثيرة ففي الحقيقة نرى أن استعمال الانحدارات تفوق على مترين في البلاد السهلة من الاشياء الصعبة الكثيرة المصاريف والتكاليف فعلى ذلك توجد احوال كثيرة تكون فيها منفعة الطارات السفلية وراجحتها على غيرها واضحة

وهذه الطارات تقذف تلك كمية الحركة التي تتلقاها بل واكثر من ذلك بخلاف ما اذا كانت الانحدارات الموضوعة فيها صغيرة جدا وفي الغالب اذا كان وضع المجارى والحواسر زديا فانها لا تقذف سوى ربع او خمس هذه الحركة وقد عمل العلماء الماهرون والمهندسون المشهورون عدة تجارب كثيرة النفع والفائدة لاجل اصلاح استعمال التوايت وقالوا انه ينبغي أن يكون عدد طاقات تلك الطارات في المواضع الجيدة (اولا ٢٤ طاقة بالاقبل) (ثانيا) انها تكون ماثلة مع نصف قطرها من ٢٥ درجة الى ثلاثين (ثالثا) ان انغماس هذه الطاقات في الماء لا يزيد على ثلث ارتفاعها

(رابعا) ينبغي وضع حافة من ٨ سنتيمترات الى ١٠ على الاطراف العمودية لطاقات تلك الطارات

وقد شرعوا في عدة طرق متنوعة لاجل ازدياد نتيجة الطارات بوضع المجارى واعتابها ووضعا جيدا وشرع موسيو موروزي ايضا في عمل طرق

لتنقيص طول المجرى الذي يترتب عليه تنقيص السرعة التي تحصل للماء حال
مروره عليها وهذه من اعظم الاوضاع الكثيرة النفع والقوائد
فحينئذ اذا امكننا الحاجر لكي نجعل شكل جدران الفتحات مثل شكل السائل
ينبغي أن نجعل ابعاد هذا السائل بطريقة بحيث تكون سرعة الماء واحدة
عند دخوله في الحوض ومصادمته للطارة فاذن نرى أن كمية الحركة المتجهة
نحو الطارة ذات العلب عوضا عن كونها تكون ربع او خمس القوة المقذوفة
تكون ثلاثة من عشرة من تلك القوة

وعلى موجب التجارب التي فعلها موسيو كرتيان يتحصل من الحافات
الجانبية التي شرع فيها موسيو موروزي من عشر الى عشرين بالنسبة
الى التوايت المعتادة اذا فرضنا أن هذه العلب ثابتة لا تتحرك ومنحصرة
في تلك المجرى وتنقص هذه الفائدة متى كانت الطارات محكمة الصناعة
وقليلة الحركة فيها

فاذا فرضنا انه يتحصل معنا ثلاثة اعشار القوة الدافعة وعشر ربع بواسطة
الحافات فينتج تكون النتيجة ٣٦ ر ٠ من القوة الدافعة التي هي كناية عن
نتيجة التوايت ذات الحواقي

ولا ينبغي أن قوة الماء الدافعة عند خروجه من الحاجر تكون في حد ذاتها اقل
من القوة المتحصلة بالعملية النظرية اعني انها اقل من القوة المتحصلة من ارتفاع
كل جزء من الجزيات المارة من الحاجر فاذن نرى انه لا يتحصل من التوايت
المتقنة الصناعة اكثر من ٣٢ او ٣٣ جزءا من مائة من قوة الماء مع
غاية الضبط في الحساب

وبعد أن ذكر موسيو بونسولي جميع الملاحظات التي ذكرناها انفايس
الاستحسانات التي يما يمكن أن نصير الطارات الادروليكية ذات محصول عظيم
اذا عوضت الطاقات المستقيمة التي هي الطارات المعتادة بعلب منحنية
واسطوانية بحيث يكون مقعرها ملائما للسائل ويكون محيط كل علبة من
هذه الانواع مماسا لدائرة ظاهرية متحدة المركز مع الطارة وهذا المحيط يعمل

بالتدريج شيئاً فشيئاً على نصف قطر الطارة حتى يكون محيطاً متصلاً كما يشاهد
في شكل (١) لوحة ٤

وبهذه الطريقة يس الماء ظاهر كل علبة من تلك العلب ويدخل فيها بدون
أن يلاطم سطحها وذلك لكي يرفعها ارتفاعاً موائعاً للسرعة الخاصة به
فاذا اردنا الان نحوّل السرعة التي يخرج بها الماء من الطارة الى درجة
صفر يلزم ان تكون سرعة محيط هذه الطارة مساوية لنصف ماء التيار

وقد جمع موسيو بونسولي جميع وسائل الاستكمال حيث وضع
الحواجز وضعاً مخصوصاً كما ذكرناه آنفاً وعمل للجري مخرجاً عريضاً في المحل
الذي يتدنى فيه القواديس المتخنية بالانصباب ولاجل سهولة تفريغ تلك
القواديس وضع على كل جهة من جهات هذه القواديس عوفاً عن الحافات
قطعنين من الخشب على صورة كفات مستديرة وليس عرض هاتين القطعتين
اكثر من ربع ارتفاع الانحدار فهذه الاوضاع والتجارب التي عملها يستنتج
أن كمية العمل المتحصلة من التوايت المتخنية اذا كان الانحدار من ٨٠ ر ٠
متر الى ٢ من الامتار ليست اقل من ٦ ر ٠ بل وفي الغالب تبلغ ٦٧ ر ٠
من كمية الحركة الناتجة عن ارتفاع ماء الحوض تحت النقطة السفلى من الطارة
وهذه النتيجة اكثر من النتيجة التي يمكن تحصيلها من الطارات الجانبية بل ومن
الطارات العلوية ايضاً اذا كانت مستعملة في انحدارات صغيرة

وحيث ان العلب المتخنية لا تقبل الماء من اسفلها مثل الطارات ذات القواديس
فينبغي أن تصنع من ألواح الخشب الضيقة والواقق انما تصنع من الحديد
المسطوح ومن الصنّيع المتين الذي يكون من قطعة واحدة وبذلك يمكن
تعتيقها كفات مستديرة ويكفي تسميرها في تلك الكفات او لصقها بمحكما
وبعض الاوقات يمكن تعويض تلك الكفات المستديرة بالاخشاب كافي
الطارات المتخنية

ومق كان الماء المقذوف من المجرى قليل الحجم وكانت سرعة قذفه
عظيمة يمكن توصيل انحدار مجرى ب ب شكل (١) لوحة ٤

الذى تبينه الصناعة ولنفرض الآن أن قاع المجرى المعبّر عنه بحر في
ب يكون في وضع بحيث أنه في الوقت الذي يصل فيه الضلع الظاهر
 من العلبة الى نقطة **ف** يبلغ الماء الداخل في هذه العلبة اعظم ارتفاع
 يمكن صعوده اليه ثم ينزل على حسب انحدار العلبة فاذا استقر الضغط
 عليه نزل على الضلع الظاهر من العلبة بسرعة نسيبة بحيث تساوى
 السرعة التى كانت له حال دخوله في العلبة وزيادة على ذلك أنه يتجه
 اتجاهها مما سالتطح الطاقة الاسطوانى في جميع امتداد الضلع الظاهر
 من هذه العلبة

وقد تساوى سرعة الماء المطلقة سرعته النسبية ناقصة سرعة الطارة ولكن
 يلزم أن يكون هذا النقص قليلا جدا لكي يحدث الماء النتيجة الكبرى
 التى يمكن تحصيلها منه فعلى ذلك يلزم أن تكون سرعة الماء النسبية حين
 دخوله في الطاقة مساوية لسرعة الطارة فينبذ تكون سرعة الماء المطلقة
 ضعف سرعة الطارة المطلقة

وفي هذه الالة التى ذكرناها لا يفقد شئ من القوة لاعند دخول الماء في الطاقة
 ولا في خروجه منها

وانما يفقد من تلك القوة ما يتسبب عن ازدحام السائل عند خروجه من الخارج
 وعن احتكاك الماء في السائل وعن احتكاك الماء في الطاقات وقت صعود
 والنزول وكذلك الخسارات الصغيرة التى لا يمكن الاحترام في عدم ضياعها
 في كل آلة من هذا القبيل

وبعد ان بحث سيبو ونسوليه بالعملية عن الشكل الموافق الذى يعطى
 لجميع اجزاء الطارات الرأسية ولجاريها على اختلاف انواعها بحث ايضا
 بالتجربة عن النتيجة النافعة التى تحصل من هذه الطارات المتقنة الصناعة
 فهذه التجارب وان كانت قد عملت على آلة قطرها ٥٠ سنتيمرا فقط وطول
 طاقاتها ١٠٣ مليمترا لكنها عظيمة جدا بالنسبة لاتحاد نتائجها مع نتائج
 الآلات النظرية وبالنسبة ايضا للفوائد العظيمة المتحصلة منها

وقد شاهد مسبو بونسوليه بنفسه ان الطارات الكبيرة تحتاج لاتقان العمل الكامل اكثر من الطارة الصغيرة التي جعلها النموذجا فبناء على ذلك أن الطارات الكبيرة تعطي نتائج كبيرة اكثر من النتائج المتحصلة من الطارة الصغيرة المذكورة

وبين مع غاية الضبط والتدقيق ابعاد الخوض الذي يعطى الماء المحرك وكذلك ابعاد حواجز الجرى ووضع ايضا جميع الاحتراسات التي يجب اخذها في قياس مصرف الماء مع غاية التدقيق وقال انه لاجل تنظيم فتحة الطاقة طاهرية مع الضبط الكافي يلزم اخذ مساطر صغيرة من خشب يكون عرضها قدرا للفتحات الصغيرة المتوقعة المراد عملها مع اخذ الاحتراسات اللازمة لاجل التحقق من انها لا تتغير لا بزيادة ولا نقصان وقت استعمالها وحينئذ كان يضع وجهها من وجوه المساطر على عمق الجرى المنحني ويخفض الطاقة الظاهرة الى أن يمس طرفها الاسفل الوجه الآخر ثم يقلب المسطرة على جميع الواجه بين الضاخر والجرى بحيث تكون في غاية من الدقة في وضع عامودي فهذه المسطرة لا ينبغي أن يمسك المسطرة بين مع اللتان فتحة الطاقة المراد عملها واما كيفية معرفة ارتفاع الماء في الصندوق فانهم كانوا يضعون جساءع واما يسبح على طول قصب مدرج ولكن هذه الطريقة ابطؤها واستعوض فيها بعد قياس عمق الماء بواسطة مسطرة كونك المنقسمة اقسام صغيرة الى دليهمات ولجل اثبات هذا القياس والتحقق منه كانوا يستعملونه عدة مرات في تجربة واحدة

ولا ينبغي أن ترتيب التسوية هو الجزء الدقيق الصعب من جميع انواع هذه التجربة حيث انه يتتبع مزيد الاعناء والتأني وحيث ان تلك الوسائط الدقيقة التي اجراها في هذا الغرض عدة من المؤرخين لم تكن في طاقتنا اقتصرنا على وضع قناة وحاجز لتتفرغ بجوار الصندوق المستعمل حوضا تكون ابعادها كافية في سيلان الماء الاتي من التهر ومتى كان ارتفاع حاجز الطارة الصغير مناسباً تاتر تب مع التأني فتحة حاجز التفريغ بشرط ان تحصل على التسوية

الثابتة التي تقتضيها التجربة المراد عملها
ومتى قيس الزمن بقياس المعلم برينه فانه يعطى لنا انصاف الثواني وكية
الماء السائل في كل ثانية تحصل بالزمن اللازم لامتلاء الصندوق المأخوذ
عياره عدة مرات ويسع ١٨٤ لترا
ولم نعد من التجارب العظيمة الا التجارب التي اذا كررت مرارا عديدة
لا يحصل فيها اختلاف الا في بعض انصاف ثواني مدة السيلان كلها وهكذا
في جميع التجارب التي سنتكلم عليها فيما بعد
وقد وضع مسيو بونسليه النتائج المشهورة التي تتعلق بارتفاع السائل
وقت خروجه من حاجزه والوسائط النافعة لجبر الخلل الناشئ من عدم الانتظام
الناشئ عن هذا الارتفاع بطريقة مخصوصة
وهي ان هذا الخبر الماهر لكي يقيس نتيجة طارئة العظمى استعمل الواسطة
التي استعملها مسيو اسمياتون اعني انه حسب مثله الثقل الذي ~~يسكن~~
للطاردة رفعه وعلقه في جبل ملتصق على عامود الطاردة
وابتدا اول بتقويم مقاومة الهواء والمقاومة التي تحصل من شد الحبل او الدبارة
المعلق فيها الثقل على وجه التقريب ثم بتقويم احتكاك الحركات الشديدة
التي تحصل للماء فكان يقيس بتحركه للطاردة هذه المقاومات بنفس نتيجة
الاتقال الموضوعة في كيس معلق في الحبل او الدبارة وفي هذا الزمن لاشئ
يقاوم هذه الاثقال سوى المقاومات المختلفة التي ذكرناها * ولاجل انتظام
حركة الطاردة كان يدورها عشر دورات كاملة بثقل واحد وكان ابتداء كل
دورة واخرها مبنية مع الدقة بواسطة ابرة (اي عقرب) موضوعة على مدار
العامود فبعد الدورة العاشرة كان يحسب مع الضبط عدة مرات الزمن اللازم
لعمل جلة دورات كان عددها في الغالب من ٢٠ دورة الى ٢٥ وبتغيير
الاتقال كان يعرف نوع المقاومات الناشئة عن كل سرعة تأخذها الطاردة
وتيسر له معرفة هذه المقاومات فان هذه الطاردة عندما كانت تدور بحركة
الماء تمر بانواع السرعة وقال مسيو بونسليه ان هذه الطريقة التي

استعملها عدة من المؤرخين غير صحيحة في جميع اجراء الميكانيكا لان الطارة
تتأثر من الماء تاثيرا شديدا متى كان تحركها به وفي هذه الحالة يكون الكيس
اثقل مما اذا كانت فارغة ومن جهة يزداد شد الدبارة وتوتيرها ومن جهة اخرى
لم يكن الضغط والاحتكاك على الدوران واحدا

ويتعسر ان لتفات الى هذه الاسباب الاخيرة في التجارب العديدة لكن يمكن
بواسطة الاعتناء والتعديل تنقيص مقدار ذبوع هذه المقاومات في الاحوال
المتخلقة ولو كانت اقل دأئما من المقاومة المتحصلة من التجارب التي عملت
على الطارة وهي فارغة

وعلى موجب الاحتراسات التي ذكرناها انفا عملنا الجدول الاتي وهو جدول
يحتوي على الانتقال المرفوعة وكميات العمل المتحصلة من الطارة بواسطة فيجة
حاجز سعتها ٣ ستمترات وانحدارها ٢٣٤ ملية

عدد التجارب	زمن ٢٥ دورة من العجلة	عدد الادوار في كل ثانية	الارتفاع الذي يرتفع اليه النقل في كل ثانية	الانقال المرفوعة ومن جالتها نقل الكديس	النقل الذي يعمل فوارن المقاومات	النقل الكلي الذي ترفعه العجلة	كمية العمل التي تحدها العجلة
كيس	كيس	ادوار	مليجتر	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام
٠١	١٩,٥٠	١ ٢٨٢١	٠ ٢٨٠٥	٠ ٠٠٠	٠ ٢٢٢	٠ ٢٢٢	٠ ٦٢٨
٠٢	٢٣,٢٠	١ ٠٧٧٦	٠ ٢٣٥٨	١ ٠٠٠	٠ ١٩٠	١ ١٩٠	٠ ٢٨٠٦
٠٣	٢٤,٥٠	١ ٠٦٣٨	٠ ٢٣٢٨	١ ١٠٠	٠ ١٨٠	١ ٢٨٠	٠ ٢٩٨٠
٠٤	٢٤,٥٠	١ ٠٤١٧	٠ ٢٢٧٩	١ ٢٠٠	٠ ١٧٦	١ ٢٧٦	٠ ٣١٣٦
٠٥	٢٤,٤٠	١ ٠٢٤٦	٠ ٢٢٤٢	١ ٣٠٠	٠ ١٧٤	١ ٤٧٤	٠ ٣٣٠٥
٠٦	٢٤,٨٠	١ ٠٠٨١	٠ ٢٢٠٦	١ ٤٠٠	٠ ١٧٢	١ ٥٧٢	٠ ٣٤٦٨
٠٧	٢٥,٢٠	٠ ٩٩٢١	٠ ٢١٧١	١ ٥٠٠	٠ ١٧٠	١ ٦٧٠	٠ ٣٦٢٦
٠٨	٢٥,٦٠	٠ ٩٧٦٦	٠ ٢١٣٧	١ ٦٠٠	٠ ١٦٧	١ ٧٦٧	٠ ٣٧٧٦
٠٩	٢٦,٠٠	٠ ٩٦١٥	٠ ٢١٠٩	١ ٧٠٠	٠ ١٦٤	١ ٨٦٤	٠ ٣٩٢٢
١٠	٢٦,٥٠	٠ ٩٤٣٤	٠ ٢٠٦٤	١ ٨٠٠	٠ ١٦٠	١ ٩٦٠	٠ ٤٠٤٥
١١	٢٧,٠٠	٠ ٩٢٥٩	٠ ٢٠٢٦	١ ٩٠٠	٠ ١٥٨	٢ ٠٥٨	٠ ٤١٧٠
١٢	٢٧,٥٠	٠ ٩٠٩١	٠ ١٩٨٩	٢ ٠٠٠	٠ ١٥٦	٢ ١٥٦	٠ ٤٢٨٨
١٣	٢٨,٠٠	٠ ٨٩٢٩	٠ ١٩٥٤	٢ ١٠٠	٠ ١٥٤	٢ ٢٥٤	٠ ٤٤٠٤
١٤	٢٨,٥٠	٠ ٨٧٧٢	٠ ١٩١٩	٢ ٢٠٠	٠ ١٥٢	٢ ٣٥٢	٠ ٤٥١٣
١٥	٢٩,٠٠	٠ ٨٦٢١	٠ ١٨٨٦	٢ ٣٠٠	٠ ١٥٠	٢ ٤٥٠	٠ ٤٦٢١
١٦	٢٩,٥٠	٠ ٨٤٩٥	٠ ١٨٥٤	٢ ٤٠٠	٠ ١٤٩	٢ ٥٤٩	٠ ٤٧٢٦
١٧	٣٠,٠١	٠ ٨٣٠٦	٠ ١٨١٧	٢ ٥٠٠	٠ ١٤٨	٢ ٦٤٨	٠ ٤٨١١
١٨	٣٠,٦٠	٠ ٨١٧٠	٠ ١٧٨٨	٢ ٦٠٠	٠ ١٤٥	٢ ٧٤٥	٠ ٤٩٠٨
١٩	٣١,٣٠	٠ ٧٩٦٧	٠ ١٧٤٨	٢ ٧٠٠	٠ ١٤٢	٢ ٨٤٢	٠ ٤٩٦٨
٢٠	٣٢,٠٠	٠ ٧٨١٣	٠ ١٧٠٩	٢ ٨٠٠	٠ ١٤٠	٢ ٩٤٠	٠ ٥٠٢٤
٢١	٣٢,٥٠	٠ ٧٦٩٢	٠ ١٦٨٢	٢ ٩٠٠	٠ ١٣٧	٣ ٠٣٧	٠ ٥١١١

عدد التجارب	زمن ٢٥ دورة من العجلة	عدد الادوار في كل ثانية	الارتفاع الذي يرتفع اليه النقل في كل ثانية	الاتقال المرفوعة ومن جالها مثل الكبس	النقل الذي يعمل فوازن المقارمات	النقل الكلي الذي ترفعه العجلة	كمية العمل التي تصدرها العجلة
كيس	كيس	ادوار	مليمتر	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام
٢٢	٢٣,٥٠	٠,٧٤٦٣	٠,١٦٢٣	٢,٠٠٠	٠,١٣٤	٢,١٣٤	٠,٥٠١٨
٢٣	٢٤,٣٠	٠,٧٢٨٩	٠,١٥٩٥	٢,١٠٠	٠,١٣١	٢,٢٣١	٠,٥١٥٣
٢٤	٢٥,٠٠	٠,٧١٤٣	٠,١٥٦٣	٢,٢٠٠	٠,١٢٨	٢,٢٢٨	٠,٥٢٠٢
٢٥	٢٥,٥٠	٠,٧٠٤٢	٠,١٥٤١	٢,٣٠٠	٠,١٢٦	٢,٤٢٦	٠,٥٢٧٩
٢٦	٢٦,٥٠	٠,٦٨٤٩	٠,١٤٩٩	٢,٤٠٠	٠,١٢٣	٢,٥٢٣	٠,٥٢٨١
٢٧	٢٧,٥٠	٠,٦٦٦٧	٠,١٤٥٩	٢,٥٠٠	٠,١٢٠	٢,٦٢٠	٠,٥٢٨٢
٢٨	٢٨,٥٠	٠,٦٤٩٤	٠,١٤٢١	٢,٦٠٠	٠,١١٥	٢,٧١٥	٠,٥٢٧٩
٢٩	٢٩,٥٠	٠,٦٣٢٩	٠,١٣٨٥	٢,٧٠٠	٠,١١٠	٢,٨١٠	٠,٥٢٧٧
٣٠	٤١,٠٠	٠,٦٠٩٧	٠,١٣٣٤	٢,٨٠٠	٠,١٠٨	٢,٩٠٨	٠,٥٢١٣
٣١	٤٢,٥٠	٠,٥٨٨٢	٠,١٢٨٧	٢,٩٠٠	٠,١٠٦	٤,٠٠٦	٠,٥١٥٦
٣٢	٤٤,٠٠	٠,٥٦٨٢	٠,١٢٤٣	٤,٠٠٠	٠,١٠٣	٤,١٠٣	٠,٥١٠٠
٣٣	٤٥,٥٠	٠,٥٤٩٥	٠,١٢٠٢	٤,١٠٢	٠,١٠٠	٤,٢٠٢	٠,٥٠٥١
٣٤	٥٢,٧٥	٠,٤٦٣٩	٠,١٠٣٧	٤,٤١٧	٠,٠٨٨	٤,٥٠٥	٠,٤٦٧٢
٣٥	٩٦,٧٥	٠,٢٥٨٢	٠,٠٥٦٥	٥,١١٩	٠,٠٦٨	٥,١٨٧	٠,٢٩٣١

وقال مسيو بونسوليه ان السرعة وكميات العمل المتحصلتين من الطيارة
يتبعان سيراً منتظماً ولو بلغت تقويمات الاعداد الخاتمة الرابعة من الاعداد
الاعشارية

ونبت عند المؤلف ان القوانين المتعددة من التجربة شرب من القوانين المتحصلة
من العمل حيث ان النسبة المقروضة بالعملية المتقدمة هي نسبة
ع = ٢٠٣ و ٥٨٩٤ (٥ - ٣) كيلو غرامات

وهذه النسبة توافق التجارب المتقدمة بالكلية الى غرة ٣١ التي تبدا فيها
الاختلافات بالزيادة وتصير فيها ذاهرة شيئاً فشيئاً فلذا كانت التجربة
في الاحوال الاول الثلاثين موافقة بالكلية للعملية النظرية وينبغي للانسان
ان يلاحظ ان المساواة التي ذكرت بنظر الاستماتات الاربعة او الخمسة الاخيرة
تكون مرتبة فيما اذا كان للطاقت ارتفاع كافى بحيث يمنع الماء عن الخروج
من قواعد ويظل هذا الغرض من ابتدا تجربة ٣١ واعظم قوة نافعة
تحدثها الطيارة تكون موافقة لتجربة ٢٧ التي يكون فيها عدد الادوار
في كل ثانية ٦٦٦٧ ر٠ اعنى تكون ثلثا دورة في كل ثانية واما العملية
النظرية فينشأ عنها فقط ٦٦٠ ر٠ وعرف مسيو بونسوليه بطريقة
عجيبة سهلة ان نسبة السرعة المتوسطة للماء بالمسافة التي يقطعها محيط الطيارة
يعبر عنها بعدد ٥٢ ر٠ بخلاف النظرية فانها تبين فقط بعدد ٥٠ ر٠ وهذا
الاختلاف الصغير الذي هو كناية عن اثنين من مائة يعد منحصراً
في حدود تخمينية بمقتضى الطريقة التي تبعها هذا المهندس حتى وصل الى
تحديد عدد ٥٢ ر٠

ثم بحث بعد ذلك عن مقابلة نسبة كمية العمل التي تحدثها الطيارة للنهاية الكبرى
وبين كمية العمل المنصرفة بالماء المحرك فوجد بواسطة التقويمات التي لا يمكن
لنا الان ذكرها على التفصيل هذه النسبة هي عين ٧٤١ ر٠ وقال ان
هذه النسبة تكاد ان تساوى مرة $\frac{1}{2}$ النسبة التي وجدها اسميتون
في الطارات المعتادة وليست بعيدة عن الطارات الادروليكية المشهورة واذا

طبقا العملية النظرية على بحث هذه النسبة فيحصل معاندد ٧٤٠ ر
وقال المؤلف ان هذه درجة تقريبية لا يلزم للانسان ان يعدها من تجارب
الطارات التي نحن بصدها

والغرض المهم من شغل مسيو بونسويه الاخير هو تعريف قوانين سيلان
الماء في الجهاز الذي استعمله في التجارب المتقدمة فابتدأ أولا بملاحظة
احوال سيلان الماء في جزء المجرى الذي استعمله لذلك وقاس سرعة
هذا الماء ولاجل ان يحدد الشكل الذي يتبعه السطح الاعلام السائل
في المجرى وضع قطعة من الخشب دسعا عموديا على اتجاه المجرى الذي شقه
بالدبران متصلا الارض وعلو على بعد واحد ومصفوفة في سطح احد عمودي على
اتجاه التيار واذا نزلنا هذه الابرة وتارة وتارة بالتناوب بحيث يمسح الطرف الاسفل
من كل واحدة منها سطح السائل فيحصل معانجلة انتظامات متوازية وقد
يدل الخط المائل المستمر الذي شق كل طرف من اطراف تلك الابرة على المحيط
المستعرض بماء المجرى وبناء على ذلك يحصل معانقطع الماء الجاري في المجرى
فاذا قسمناه مصرف التيار بمقطع الماء المحدد بالطريقة المتقدمة فيحصل معنا
سرعة السائل المتوسطة ولاجل فجاح هذه المحووظات يلزم ان يكون سيلان
الماء منتظما بالكلية وذلك يتم اذا كان ارتفاع الماء منتظما بالكلية في الخوض
ولم يكن هناك مانع يضر بحركة السائل عند خروجه من السد وقدموه
للمجري

ولاجل سهولة الحركة الخفية التي يجب اعطاؤها لابراكي توصاها الى النقطة
المحددة التي تناسها ينبغي لنا ان نرتب انغماسها مع قطعة من السلك الموضوع
على كل ابرة منها في الجزء الذي يشق قطعة الخشب المستعرضة وعند أخذ جميع
الاحتراسات الممكنة ومعرفة ارتفاع الماء فوق عتبة السد بالعمليية تبين
المصرف الحقيقي بانتهات لكي تقابل بمصرف الماء على مقتضى العملية
النظرية ولذلك نعرف نسبة هذين المصرفين وسرعة الماء عند خروجه من السد
على حسب العملية ونعرف ايضا نسبة السرعات الحقيقية على المانع المتبعض

للسرعات العملية النظرية وكذلك نسبة السرعات الحقيقية للطارة
وللمقطع المتبض ونسبة السرعات للطارة وللسرعات العمليات النظرية
ايضا

ثم ذكر مسيو بونسوليه اعتمادا على تجاربه تنبيهات وحسابات لا يمكن
لنا ذكرها مفصلة في هذا المختصر والقصد من الجزء الرابع الاخير من شغل هذا
المهندس البحث عن معرفة كمية العمل المتحصلة من الطارات ذات الطاقات
المتخنة وبعد ان حدد السرعات الحقيقية وتصريفات الماء كما ذكر في الاحوال
المتنوعة من تجاربه بحث عن النسبة التي توجد بين السرعات الحقيقية للماء
على اجنحة الطارة وبين السرعات اللازمة لارتفاع الماء فوق مركز المنفذ
بمقتضى العمليات النظرية فعمل جدولا يشتمل على كميات العمل وعلى سرعات
الماء وسرعة الطارة في النهاية الكبرى وقد تختلف النسبة التي توجد بين كمية
نتيجة الطارة وكمية تنبيه الماء على العموم في عدد قليل مثل ٥ ر ٠ وهو
الذي عينته العملية النظرية وبالنظر للنهاية الكبرى لم تكن النسبة التي توجد بين
كمية عمل الطارة وبين كمية عمل الماء اقل من ٦ ر ٠ بل وفي بعض الاحوال
يزيد على ٧٥ ر ٠ مع ان هذه النسبة لم تكن سوى ٣٠ ر ٠ مقدارا
متوسطا في الطارات على حسب تقويم اعماتون وهذا ما يثبت فائدة
المواضع الجديدة

وبينما كان مسيو بونسوليه ينشر رسالته في الاخبار اليومية التي تتعلق
بجمعية الترغيب كان مسيو روبير رئيس الخدادين في مدينة فولت
وهي احدى محلات موزيل يبني طارة ادروليكية مائية على حسب هذا
المؤلف وكانت النتائج الكبرى التي تحدثها العملية تقرب كثيرا من النتائج
الناشئة عن الاورنيك الذي كان يستعمله مسيو بونسوليه في تجاربه
وفي الحقيقة نجد ان نسبة كمية العمل التي يحدثها الماء المحرك بالنظر للنهاية
الكبرى كانت تساوي ٧٣ ر ٠ مع ان مسيو بونسوليه وجد هذه
النسبة بطارته التي استعملها ٧٥ ر ٠ وينبغي لنا ان نلاحظ انه كان لطارة

طاحونة فولت سرعة تساوى ١٠ من سرعة الماء وبالمجمل فكانت
هذه السرعة اذ حيرة تفوق شيئاً يسيراً على النهاية الكبرى
واذ فوساشعل ما يـ رجل بشعل الطارات النخية أو البخارية التي توجد
في را- اقط وقرصا شد لشعل ولو كرسوق بحسب الطر- لث القوة
المحر- حة امصرفه يرى باسباب والمرايين اتي ذكرناها ان تكملات
مسيو ونسولييه تحدث ثامد واسطة مع عدد السواق زيادة في الشعل
الحقيقي- تساوى ٢٠٠٠٠٠ ١٥ اعنى ان هذه اريادة تساوى شعل
٥٠٠٠٠٠ رجل حقيقية وهذه هي الريادة ماشئة عن تصليح عمارة
لطارات الادروليكية ومن المهم متابعة ثبة تلك الطارات ثبة الجدران
الادروليكي (اي الآلة المائية) وهذا ما يـ من انا فعليه بواسطة الجدول
الذي ذكره الشهر هيلوا ان الذي تقدم ذكره في الدرس الثاس
وقد حسب هيلوا المذكور النسبة التي توجد بين النتيجة التي يحصلها
الجدى الادروليكي وبين كمية القوة المحركة المصرفة حيث درس ان ربع الماء
قوة البخار يـ بالثوالي ٢١ و ٢ ٣ — ٢٠ مرة قدر
او رساع العامودى الذى يقيس قوة الماء المستعمل في تحريك الجدوى وهال
محة مباحثه

وكان يحصل لنا في الحماة التي يلزم رفع المياه فيها الى ارتفاع اكبر من ارتفاع سقوطه نتيجة مفيدة جدا وذلك اذا كان يستعمل عدة من انواع الجدى كل واحد منها يرفع الماء قليلا وينزل ماء الجدى الاول المنصب في الحوض الاول بالخصوص لكي يرتفع بواسطة جدى ثانى وهذا الجدى يستعمل قليلا كذلك لاستلاء حوض آخر يحركل سقوط مائة جديا ثانيا ولم جزءا

وقد قابل مسيو هيلمان النتائج النافعة التي يحدثها النوعان الاصليان من الطارات المدرولة كية بالنتائج النافعة التي يحدثها الجدى باختلاف انواعه فنجبت له النتائج الاتية وهي

اذا كان رفع الماء يساوى اربع مرات ارتفاع سقوطه فيرفع الجدى جرأسابها من الماء اكثر من الطولبات المتزكة بالصارفة ذات القواديس وتكون نتيجة هذه التجربة والجدى على اختلاف انواعه واحدة اذا كان رفع الماء مساربا ست مرات ارتفاع سقوطه وبالمجمل متى لزم رفع الماء اكثر من ست مرات ارتفاع سقوطه فيكون استعمال الجدى اقل فائدة من استعمال الطارة ذات القواديس

واذا قبل الجدى بطارات مسيو دوسوليه ذات الطافات فتبدل النتيجة واحدة متى كان رفع الماء مساويا لاربع مرات ارتفاع سقوط الماء المخزول ويكون استعمال الجدى كثير النفع والفائدة متى كانت النسبة اقل من اربع مرات ويكون استعماله قليل الفائدة اذا كانت هذه النسبة اقل من ذلك

بقى علينا أن نتكلم الآن على طريقة أخرى تستعمل في نقل قوة الماء وهي طريقة استعمال الآلة ذات العامود وتستعمل هذه الآلة لتمرير الطولبات مع قوة مفروضة بنوع سقوط من الماء عظيم الارتفاع فاذا سلا بنا بالماء قصبه عسودية يساوى ارتفاعها هذا السقوط فيحصل لقاعدتها انضغاط مناسب لعمود الماء المحتوية هي عليه ويمكن استعمال هذا الضغط لتدوير الطولبات

وقد عرف مسيو دونيزار ومسيو دونيل في سنة ١٧٣١ من الميلا دالة

عظيمة اخترعها على مقتضى هذه القواعد واستعمل لذلك قصبين عاموديين
احد عموديهما الماء يضغط مكباس الطولبية من أسفل والاخر من اعلا
على التوالي وكان مكباس الطولبية يصعد وينزل بتأثير هذه الانضغاطات
وكانت قوة عمود الماء المحركة تستغل في هذه الآلة مطلقا كما كانت
وقوة البخار تستغل في الآلات الممماة بالنتيجة المزدوجة

قد صنعوا ايضا من هذا الجنس آلاتها عمود من الماء ذات نتيجة واحدة
كالاتي صنعها مسيو هول في شومينير سنة ١٧٥١ ولا يوجد
في هذه الآلة سوى عامود واحد من الماء ارتفاعه ٩٠ مترا وقد يوصل
هذا الماء بواسطة مجرى افقي الى قاعدة جسم طولبية ويتعلق قضيب المكباس
باحد ذراعي الرافعة ويتعلق ذراعها الاخر بقضيب الطولبية المعدة للتفريغ
ويوجد حنفيتان احدهما ١ يوصل عند فتحها عامود الماء بجسم الطولبية
الاول وثانيهما حنفية ٢ تفتح لتفريغ الماء الداخل في الاسطوانة (اولا) اذا
كانت حنفية ٢ مغلقة وحنفية ١ مفتوحة فعمود الماء يدخل في الجسم
الاول من الطولبية ويرفع مكباسها وهذا ما ينزل مكباس طولبية التفريغ
اما بقوة الرافعة او بقوة الرافس (ثانيا) متى تمت الحركة الاولى غلقت حنفية ١
وفتحت حنفية ٢ فينتقل عمود الماء حينئذ عن الضغط في الجسم الاول
من الطولبية ويسيل الماء الداخل في هذا الجسم وينزل المكباس المستمر
في هذا الجسم بعظيم ثقله بان يرفع مكباس طولبية التفريغ الى اعلا
ولتأسف غاية الأسف على كون الزمن لا يساعدها في ان تذكر تفصيلا
الرسالة النفيسة التي ذكرها مسيو بونوات وهو تلميذ قديم من مدرسة
المهندسخانة في شأن المجالات الفوقية والمجالات ذات القوايس المنحنية
راجع من تواريخ الصناعة غمرة ٧٣

الدرس العاشر

في الكلام على توازن السوائل السائلة وعلى الطولبات

ولتسكلم الآن على توازن الغازات اى السوائل السائلة فتقول - سميت بذلك لان لها على العموم صورة كصورة الهواء المعتاد وخواصه الميكانيكية التي تتركب منها الكرة الهوائية

فاذا ادخلنا الهواء فى عمق اناء ممتلئ بالماء وجدنا ان هذا الهواء يخرج من الاناء على صورة الفقائيع الصغيرة او الكبيرة ويصعد جهة سطح السائل الاعلا بسرعة كبيرة جدا ويرى كذلك اننا اذا غلينا الماء فنخرج فقائيع بخار الماء من العمق وتصعد على السطح وتقع بالغلي

راستحيج القدماء بملاحظة هذه الحوادث وملاحظة حوادث اخرى ايضا حاصله فى حركة الطلومات انه ليس للهواء والبخارات اى الغازات ثقل بالكلية وفضلا عن كونها تميل الى مركز الارض تبعد عنه بقوة مخصوصة بها وهذا خطأ كبير كاف فى التمسك بفرع مهم من العلوم الطبيعية فى مبدئه الامر

وسنبين هذه الخاصية التي توجد فى السوائل السائلة فى كونها ترتفع فوق سوائل المعتادة وينبغى الآن ان نبين من هذه الخاصية طريقة عظيمة لتحديد الاتجاهات الانية مع غاية الضبط والتدقيق

فاذا تخيلنا اسطوانة مثل ا - لوحدة ٥ شكل ١ متعادلة تعدادلا كاملا وممتلئة بالماء وتحتوى على فقاعة ى من الهواء وفرضنا انها مغلقة من الطرفين فاتها اذا رفعنا طرف - اكثر من طرف ا فان فقاعة ى اى ترتفع على قدر الامكان تجرى جهة د نحو طرف - وبالعكس اذا رفعنا طرف ا اكثر من طرف - وفقاعة ى تجرى الى د فى علا نقطة جهة طرف ا وبالجمله لا تستقر الفقاعة وتثبت فى وسط اسطوانة ا - الا اذا كانت هذه الاسطوانة أفقية بالكلية فعلى ذلك يمكن لنا التحديد هكذا اولها اذا كان اتجاه ا - المترواح أفقيا ثانيا اذا لم يكن هذا الاتجاه أفقيا فنحن ذلك نعرف الجهة التي يلزم ارتفاع الانبوبة منها وتصيرها كالطلوب وهذه مثل الميزان الذي له فقاعة من الهواء وهو مستعمل فى العمليات الدقيقة

المتعلقة بالاجسام الفلكية والفنون المخصوصة بالاشغال العامة
وقد عرف كل من پاسكال وجاليليه الهواء ~~ال~~ كروى بأنه جسم ثقيل
كلا اجسام الصلبة والسوائل ولاجل اجراء هذه العملية وزن اقل اناء من الزجاج
ممتلأ بالهواء في حالته الطبيعية ثم ندخل بعد ذلك هواء جديدا بالقوة
في هذا الاناء فبعد هذه العملية يصير الاناء ثقيلا جدا وهذا النقل العظيم
في الحقيقة انما هو نقل الهواء الجديد الداخل فيه بالقوة واذا علمت هذه
التجربة في غاز ادروجيني (اي ماءى) أو في غاز الحمضى الكاربونيكى أو
في سائل سبيل يظهر منه نتيجة مثل هذه ومن هنا يستنتج أن الهواء وجميع
الغازات اجسام ثقيلة

واستكتشف هذه الحقيقة بغير وحده بالمشاهدة صورة جميع الحوادث التى
تظهر على سطح الارض من التوازن وحركة الاجسام
وحيث كان الهواء شيلا فكل نقطة من هذا السائل تكون مضغوطة بثقل
عمود الهواء الذى يحمله هذه النقطة فحينئذ لا يكون هذا الانضغاط من أعلا
الى أسفل فقط بل انه يكون بقوة واحدة في جميع الجهات الممكنة حول تلك
النقطة ويكون هذا الانضغاط حاصل على حياة الحيوانات والنباتات وقوتها
وعلى الطائر يسهل التى تكون عليها المعادن والتأثير الدائمة المفيدة جدا التى
سنبين حقيقتها

ثم انه لا يحصل للسوائل كالماء والزيت والزئبق متى كانت ساكنة
انضغاطات في كل نقطة مساوية لعمود السائل المحمول بهذه النقطة بل انها تحمل
غير ذلك جميع ثقل عمود الهواء على سمع عمود السائل بشرط أن يحصل لجميع
نقط السائل الموضوع على التسوية العليا انضغاط الكرة الهوائية عوضا
عن أن يحصل لها انضغاط مساو لصف

ومن السوائل ما لا تكون باقية على حالتها الا بهذا الانضغاط الواقع على سطحها
من الكرة الهوائية حتى اذا ازالنا منعنا عنها هذا الانضغاط فانها تمتلئ سريعا
من هذه الحالة الى حالة الغازات مثل الاثير

وقد نشأ عن هذا الانضغاط الذي يجريه الهواء على جميع السوايل طريقة بسيطة لتحديد ثقل عمود أفقي من الهواء معلوم القاعدة ولاجراء ذلك نأخذ انبوبة من الزجاج مثل a (شكل ٢) طولها اكثر من ٨ ديمترات وتكون هذه الانبوبة مغلقة في نقطة a ثم بعد امتلائها بالزيت النقي نجعلها في الوضع المذكور في شكل ٢ فاذن نلاحظ ان الزيت ينزل من ابتداء نقطة a وهذا ما يتسبب عنه الفراغ في هذا الجزء وبناء على ذلك بعد نزول الزيت من الفرع الطويل يصعد في الفرع القصير ويتفرق في كرة c بحيث يبين الاختلاف الذي يؤخذ بين تسويتى m و n و g

فاذا فرضنا انهم يطولون فرع الانبوبة القصير مثل الكرة الارضية فان ذلك لا يغير حالة التوازن ولكن يحصل معنا وقتئذ سايلان مختصران في انبوبة واحدة مضمخة واذا وصلنا خط g و h الأفقي يلزم أن تكون الانضغاطات الواقعة من كل نقطة من هذين القطعين متساوية من الجهتين فبناء على ذلك نحصل نقطة g ثقل عمود سايل h هـ بخلاف نقطة g و h فانها تحصل ثقل عمود الهواء وبالجملة يكون ثقل عمود الهواء مساويا لثقل عمود السائل وتكون قاعدة العمودين واحدة

وذا اعتبرنا زيتا كثاوعا فتسايلنا لاحتضان زيتي g و h لم يكن من الارتشاع في الحالات لواطية جدا من سطح الارض سوى ٨١ سنتيمترا ولكن يغير هذا الارتشاع وكذلك ثقل عمود الهواء في محل واحد على مقتضى التغيرات التي تحصل لحالة الكرة الهوائية

فلذا ينبغي لنا أن نلاحظ في جميع التجارب والاشغال التي يراد فيها حساب اقوى المستعملة بالطبيعة في زمن اجراء الاشغال والتجارب ما هو ارتشاع عمود الزيت الذي يبين الانضغاط الواقع من الهواء الجوى على الاجسام في محل العملية

والبارومتر هو الآلة انفسية المستعملة في قياس الانضغاطات الواقعة من الهواء نكروى ويلزم أن تكون معرفة هذه الآلة واستعمالها عاملا مناسبا

الذين يمارسون جميع الفنون الميكانيكية بطريقة علمية ولم ينطب هنا في الكلام الاعلى القواعد التي يمكن استعمالها في عمل البارومترات وتحقيقها وضبطها حيث انها مفصلة في مختصرات الطبيعة واذا استعملنا الماء عوضا عن الزئبق حيث كان الماء أخف منه $\frac{1}{13}$ مرة بالاقل فيلزم أن يكون عمود م $13 \times$ مرتفعا اكثر من $\frac{1}{13}$ لكي يدل على هذا الثقل بعينه فذلك اذا ارتفع الزئبق الى ٧٦ دسيميتر من الارتفاع فالماء يرتفع الى ١٣, ٥ \times ٧٦ اي ٢١٠, ٣٣٦ بالتحقيق فبناء على ذلك يلزم لاجل استعمال البارومتر وعمود الماء أن يكون اختلاف طول فرعي الانبوية متجاوزا ١٠ امتار و $\frac{1}{13}$ فينتد نصير هذه الآلة تسعة الحمل والعمل

وهناك ملاحظة ضرورية تتعلق باستعمال البارومتر وهي الاختلاف الذي يحصل لصحة الآلة من تغيرات الاعتدال (راجع الدرس الثاني عشر فان فيه الكلام على الحرارة)

واحد الاستعمالات العظيمة من استعمال البارومتر هو استعمالها في قياس ارتفاع الجبال ويلزم قبل توضيح هذه الآلة البحث عن ثقل الغازات في الارتفاعات الكبيرة قليلا أو الصغيرة

ومتى كان الهواء الجوى ساكنا فان كل جزء من أجزائه الصغيرة يحمل كذا كرنا ضغطا يستدل عليه بثقل العمود المنسوب للغاز الذي قاعدته هذا الجزء الصغير ولكن للسوائل المرنة خاصية تنضغط بها بالنسبة للثقان التي تحملها فبناء على ذلك اذا قسمنا جلة من السائل كالهواء بطبقات أفقية نرى ان جميع الاجزاء الصغيرة الموضوعة على ارتفاع واحد يلزم لكي تكون في حالة التوازن انها تحمل هذه الانضغاطات المتقدمة وبالجملة تكون مضغوطة على حد سواء فحينئذ تكون كثافة طبقات السائل الاقضية متحدة في جميع امتداد كل طبقة صغيرة أفقية لكنهما تتغير الى عدة طبقات مختلفة وترداد شيئا فشيئا اذا قرب الانسان من الطبقات السفلى وتقص اذا بعد عنها

وقد وجدنا ان الكثافة تنعقد مع تقدم هندسيا اذا تبعنا اعماق الطبقات متقدما
حسابيا

وهذه الخاصية النفيسة التي توجد في السوايل المرنة تكفي في تحديد قانون
نقصان كثافات سائل مرن مطلقا بواسطة ملحوظ فقط وكذلك في ارتفاع عمود
اسايل من ابداء النقط التي تلاحظ منها

فعلى ذلك اذا عرفنا ثقل السائل بارتفاعات متنوعة فستخرج منه الارتفاع
بذي يخص كل ثقل جديد

رأيا من جهة الهواء الكروي فان البارومتر تبين لنا ثقل عمود الهواء
الذي تحمله هذه الآلة

فحينئذ اذا صعدنا الاسان على خط منتصب بان يقيس الارتفاع الذي يصعده
يرى لاحظ ارتفاعات البارومتر على كل نقطة فانه يعرف درجات تنقيص
كثافات الكرة الهوائية وبالجملة يمكنه حساب ارتفاع الكرة الكلي

وعند ما نتحصل على هذه المعرفة بسهولة علينا صناعة القياس الذي يحدد
في الارتفاعات الاقصية المفروضة فوق التسوية المعلومة الارتفاع الذي يصعده
ليريق في البارومتر

ويكفي في قياس الابعاد المتصلة المفروضة فوق أو تحت التسوية المأخوذة
قاعدة كوتنا نلاحظ مع الاهتمام التام ارتفاع البارومتر على نهاية هذه
المسافة فهذه الطريقة يمكن لنا تحديد سمك المعادن وارتفاع الجبال مع الضبط
سواء كان بالنسبة لمساواة بعض السهول المأخوذة قاعدة محلبة او بالنسبة
لمساواة البحر انما مأخوذة قاعدة عامة

ونسب الى پاسكال اول استعمال ملاحظة البارومتر في السهول وعلى
الجبال لمعرفة اختلاف كثافة الهواء على اختلاف أنواع الارتفاع وهو انه
جعل بهر برية يستعمل هذه الملاحظة في جبل بيدودوم وبعد مئتي
مائة وخمسين سنة قاس مسيورا موند الطبيعي ارتفاع جبال بيدودوم
وجبال بيرنيه بالملاحظات البارومترية مع غاية الصحة

ولنتقصر الآن على هذه النتائج العظيمة المتعلقة بالعلوم الطبيعية التي ظهرت لنا
بطريقة الحساب وكان ثقل الهواء مجهولاً بالكيفية منذ ثلاثة قرون ولا يعرفه
أحد واما الآن فقد صار معلوماً بل صار محدداً مع الاحكام التام في جميع
تنوعاته الصغيرة على المحلات المهمة من الارض ويسير لنا قياس هذا الثقل
تغيرات الاعتدال الكبيرة في زمن الصحو وفي المطر والعواصف وغالبا
في ارتفاعات الارض وبهذا الثقل تعرف البحارة والسياحين تدارك
الفرطونات وسكونها وبذلك يحافظون على افسهم من الهلاك ويتداركون
الاجتار بحيث يكونون في امن منها وبالجملة فهذا الثقل يصير عند الميكانيكيين
والمهندسين قاعدة قياس معلوم الطول كالتوازي والقدم والمتر التي يستعملونها
بدون عمليات في تحديد الارتفاعات المسئلة من المحلات المتفرقة من الارض
بموانع صعبة جداً أو مسافات بعيدة فلذا كان انضمام حساب الهندسة
والميكانيكة يعطى لقريحة الانسان معرفة اصول الطبيعة بالتدريج

ومتى لم الامر اعادة تلك الآلات في المحلات الواطية جدا كعمق بعض
المعادن أو في المحلات الكثيرة الارتفاع كمنجد ذلك في وسط البر الاكبر وكانت
السوايل المرنة تدخل كالعوامل في هذه الآلات فانتزعت أكبر خطأ عند
مقابلة هذه الآلات اذا لم نعتبر اختلاف كثافة الهواء الناشئ عن اختلاف
ارتفاعات المحلات المتنوعة

وبذلك نرى ان الانضغاط العادي الواقع من انكسار الهواءية يصير لتبعية بعض
الآلات أحاد القياس فيقال مثلاً ان الآلة افلائية تحدث ضغط ٤ ر ٣ ر ٢
من الانضغاطات الهوائية بالطر الى كور هذا الضغط يعادل عوداً من
الزئبق المساوي الى ضعف أو ثلث أو ربع أو خمس العمود الذي يعادل ضغط
لكرة الهوائية

واذا قومنا الى عشرة أمتار ارتفاع عمود الماء المساوي لضغط الكرة الهوائية
المتوسط فيصير هذا الضغط كيلوغراماً يستقيم من السطح المصعوط وبالجملة
اذا كان السطح قابلاً لضغط ٢ ر ٣ ر ٤ من الانضغاطات الهوائية فيحمل

كل سنتيمتر مربع من هذا السطح ٣,٢ و ٤ كيلوغرام من الضغط ويزي في الملاحظات البارومترية المعدة لقياس الارتفاعات مع الاحكام انه يلزم اعتبار تغيرات الترمومتر (اي ميزان الحرارة والبرودة) والى الآن لم يذكر سوى سائل سيال بفرده وبقى علينا الكلام على سائلين سيالين مختلفان في النقل الخاص فلاجل بيان ذلك نقول ان الثقل من هذين السائلين يوضع في الجزء الاسفل طبعا والاخف منهما يعلو فوقه ويكون اقترافهما معينا بصفة أتمية في جميع تقطعا

ولما أخذنا ذلك مثلا اختلاط الهواء الجوى مع غاز الخض الكربونيكي فنقول ان غاز الخض الكربونيكي هو السائل الذي يتصادم الى فواقع عديدة حتى سكبنا فيه عدة سوابج كالتبيد ذى ازغوة وكنبيذ الشبانيا والبوظة وكبعض المياه المعدنية ويستخرج هذا الغاز ايضا من الطباشير ومن كثير من الجواهر المعدنية وهو أثقل من الهواء الجوى وبهذا السبب متى انفصل في موضع دائم تحت الهواء الجوى

ويعرف هذا الغاز مع السهولة حيث انه يقتل الحيوانات التي تشبه ويطفي الشموع التي توضع فيه

ويوجد عدة معارات لمعار الكلب المشهورة بقرب قابل تحتوى على كمية من الغاز الكربونيكي فاذا وقف الانسان مستقيما فيها فانه يرتفع فوق طبقة التسوية التي تفرق هذا الغاز من الهواء المعتاد وينفس بدون ضرر بل واذا كان معه شمعة فانها توار كالعادة بدون مانع راكن اذا نزل الشمعة بحيث تدخل في الطبقات السفلى الممتلئة بالغاز الكربونيكي فانها تنطفئ في الحال وكذلك اذا نزل هو بنفسه في هذه الطبقة فانه يغشى عليه في الحال ويحصل الاسفكيا ومثل هذا التأثير يحصل للحيوانات ذوات الاربع القصيرة القامة التي لا يمكنها التنفس فوق الطبقة السفلى من الخض الغاز الكربونيكي وهذا بعينه هو الذي يحصل حقيقة في مغارة الكلب المسماة بهذا الاسم نظر هذا التأثير

وبالجملة فان السوائل السائلة تكون مع بعضها كلوايع العادية مختلفة

في الثقل ويمكن تفريع هذه السوايل على مقتضى تلك القواعد وقد يعمل الكيماويون مثل هذه العمليات في كل وقت من الاوقات بواسطة الدن الاروينوماتيك

ولتسكلم الآن على توازن الاجسام التي تعوم في السوايل السائلة فنقول ان شروط التوازن والثبات تكون هنا مثل شروط توازن الاجسام التي تعوم في السوايل العادية وثباتها أعني انه يلزم (أولاً) ان ثقل الجسم العوام يساوي ثقل هذا الغاز الحال هو محله (ثانياً) ان مركز ثقل الاجسام العوامة ومركز ثقل الغاز المستعوض يكون على خط واحد منتهب وبالجمله يلزم لاجل الثبات أن يكون مركز ثقل الجسم العوام تحت هذه النقطة المشهورة المسماة بنقطة تحت المركز

والى الآن لم نعرف اى جسم من الاجسام الصلبة يكون أخف بنفسه من الهواء الكروى ولكن اذا حصرنا غازا آخر اخف من الهواء في ملف صلب سيكون عن الجميع جسم أخف من الهواء العادى وهذا ما يسمى بقبة الهواء

ومتى كانت القبة الهوائية أخف من الهواء الكروى على سطح الارض فانها ترتفع الى النقطة التي يكون فيها طبقة الهواء المستعوضة ثقل كقلها حينئذ تسكن القبة متى كان مركز ثقلها متناسب الوضع ولنتظر كيف صارت شروط التوازن والثبات في صناعة القباب المعتادة فنقول

ان الطريقة في صناعة هذه القباب هي كوتشأن فتح ملفا من الحرير المصنع بأخف الغازات وهو الغاز الادروجينى (اى اصل الماء) وبهذه الكيفية نصنع كرة ا- شكل ٤ ونلقها في الخيط الذي يتعلق بأسفله القارب الذي تهم فيه الناس الذين يريدون الصعود في القبة فبناء على ذلك اذا كان ثقل هذه القبة أقل من ثقل الهواء المستعوض فانها ترتفع وحيث كانت منتظمة بالنظر الى محور منتهب فانها تصعد صعودا عموديا وحيث كان ثقل لقارب والناس الذين يصعدون فيه عظيما بالنسبة لثقل الغاز الادروجينى

فيكون مركز ثقل القبة قريباً من القارب في نقطة $خ$ بخلاف ثقل الهواء المستعوض فإنه يكون في نقطة $م$ قريباً من مركز كرة $اب$ الذي هو $ش$ ونعرف أنه متى كان القارب مائلاً يسيراً جهة الشمال مثلاً فإن خط $ش هـ$ العامودي شكل $هـ$ يبين لنا القوة التي تدفع القبة من أسفل إلى أعلا وخط $ز ف$ يبين لنا القوة التي تدفعها من أعلا إلى أسفل وكل من هاتين القوتين يميل إلى اعتدال القبة وبذلك يحصل التثبيت فلذا كلما زادت القوة الطيارة في الهواء كلما يحصل لها توازن من اليمين واليسار على حسب أرياح أو حركه القبة فانها تستعد إلى أخذ التوازن دائماً

ومتى أراد الانسان الصعود في الجو خلف توازن القبة الهوائية فإنه يرى من قارب التنبه برأس الصابورة الموضوعة فيه وإذا أراد النزول فيخرج حراً من الغاز الذي في هذه القبة ومعرفة هذين التأثيرين سهلة وقد استعمل مسيو جيلوسال ومسيو بيوت القبة الهوائية في قياس اعتدال الهواء وكناقمه على ارتفاعات كبيرة جداً بواسطة الترمومتر والبارومتر

وقد استعملوا في ابتداء تعصب الفرنسيين هذه القبة لتحديد حركات جيوش الاعداء ومواضعها بأن يلاحظون ما من قارب التنبه بالآلات محكمة ويلتقون في جميع المحلات تذكر صغيرة تشتمل على الاخبار اليومية لكي يبينوا جميع تلك المواضع والحركات

ولنتكلم الآن على الطلومات فنقول ان هذه الطلومات آلات تستعمل لرفع السوايل أو الغازات بقوة الجذب أو بقوة الدفع ~~وتستعمل~~ لم أزل على الطلومات المستعملة في رفع السوايل ثم نبحث عن الطلومات المستعملة في تحريك الغاز وكل طلومبة من هذه الطلومات كناية عن اسطوانة مقعرة تدور بأقلها في السائل المراد رفعه والاسطوانة القصيرة المثلثة التي تدور بالمكبس تتعلق مع الصبب في جرم هذه الاسطوانة المسمى بجسم الطلومبة

ويمكن للقضيب المثبت في المكاس أن يرفعه وينزله مهما أراد وبالجملة يظهر لنا
المكاس فتحة تفتح وتغلق بحركة الغطاء المسمى باللواب الصغير الصمام
ومتى فتحت السدادة فان جزء الاسطوانة المنفصلين بالمكاس يتصلان
ببعضهما واذا غلقت فانهما يقتربان عن بعضهما بالكلية بالمكاس وهذه
التنبهات الاولى تكفي في بيان حركة الطلومبات على السوايل
وقد يؤثر النقل الجوي في الاجسام الموضوعة على سطح الارض ضغطا
مساويا تقريبا للنقل الذي تحمله هذه الاجسام اذا قطع عنها على حين غفلة
الهواء الجوي واستعرض بعمود من الماء قدر ارتفاعه عشرة أمتار وثلاث

١٠ $\frac{1}{3}$

واذا كان جسم الطلومبة غاطسا بعمقه الاسفل في سائل من السوايل وفرضنا
ان المكاس يساوي سطح هذا السائل لاجل السهولة فما الذي يحصل اذا
رفعنا هذا المكاس بقوة واقعة على قضيبه
واذا سكن السائل فيكون فراغ كامل بين المكاس وهذا السائل فلذلك
لا يمكن لاي ضغط في داخل الاسطوانة أن يجري زيادة على جزء السائل ولكن
يكون الجزء الذي يوجد خارج الاسطوانة عرضة للانضغاطات الجوية على
مقتضى قوانين التوازن التي وضعناها سابقا وبناء على ذلك يلزم أن يرتفع
السائل في الاسطوانة بالتدريج شيئا فشيئا الى أن يكون ذمعا على ارتفاع
مساو لضغط الكرة الجوية واذا فرضنا ان الامر محتاج لرفع الماء
ولاحظنا بالبارومتر التي بها عمود من الماء ارتفاع هذا العمود وقت تحريك
الطلومبة التي نستعملها فان الماء الذي يرتفع في الاسطوانة لم يكن متوازيا
مع الانضغاط الجوي الا اذا ارتفع الى ارتفاع مساو لهذا العمود أعني يساوي
تقريبا ١٠ أمتار واذا أردنا أن نرفع سائلا اخر أخف من الماء
كالزيت مثلا ينبغي ان هذا السائل لكي يكون متوازيا مع ضغط الكرة الظاهر
ان يكون اعلا منه ويصعد ارتفاع عموده الكلي في البارومتر الملاحظة في ذلك
الوقت

وإذا استعملنا الطولبة في رفع سائل احراق من الماء كالزئبق مثلا فإنه يرتفع قليلا في الاسطوانة ولم يبلغ عود هذا السائل المعدني سوى ٧٦ سنتيمترا من الارتفاع وذلك اذا كان على ارتفاع تسوية البحر باعتدال مثل اعتدال اثنى الخريف

وعلى مقتضى ذلك يظهر اننا اذا رفعنا المكاس الى أعلا فان السائل يتبع حركته الى حد معلوم يتعلق بالنقل الخاص للسائل ولكن مهما كان الارتفاع الذي يصعد منه المكاس خلف هذا الحد فإنه لا يمكن للسائل أن يبلغ نهايته في الارتفاع بل انه يكتسب كذا وهذا هو الحد الذي يمكن تحصيله من حركة الطولبة التي لا تستعمل الا بالجذب ولهذه الطريقة تسمى بالطولبة الجاذبة

وقد عرفنا استعمال الطولبة الجاذبة من منذ عدة قرون من غير أن نعرف صحة نتائجها ومنافعها ركنا ان يفرضون بالزعم ان الطبيعة تبغض الفراغ فلهذا كانت السوائل ترتفع في جسم الطولبة متى صعد المكاس فيها لكي تملأ هذا الفراغ ولكن كيف كانت الطبيعة تبغض الفراغ اذا كان ارتفاع هذا الفراغ في الطولبات المائية قدر $\frac{1}{10}$ أمتار وكيف تزول هذه الكراهية اذا تجاوز $\frac{1}{10}$ أمتار وكيف كانت الطبيعة ايضا لا تبغض الفراغ الا اذا لم يكن له اكثر من ٧٦ سنتيمترا من الارتفاع في الطولبات الحقيقية وكيف تقطع هذه الكراهية اذا تجاوز ارتفاع ٧٦ سنتيمترا من الارتفاع فكل هذا يعتمد من صلاوات علم الطبيعة القديمة ومن حالة الجهل التي كان يوجد فيها هذا الجزء من الميكانيكة حتى انهم كانوا لا يعرفون وقتئذ لاهواء الكروى تتلاي بجزبه مع القوة والشدة كما كان الثقل الخاص يجذب الاجسام الثقيلة كالحديد والرصاص وأما الآن ففضلا عن كونهم يعرفون أن الهواء جسم ثقيل قط صارت معرفة ثقل هذا الهواء مطمح نظر العامة في كل وقت وحين وكذلك صارت الناس الذين لم يكونوا كملين في المعارف يعرفون الآلة التي تستعمل لقياس هذا الثقل ويزيدون عليها الآن عدة حوادث

تعلق بتغير الايام وتقلب الفصول

وقد استعملوا من ابتداء بعض السنين كثيرا من تلك الحوادث وأخذوا
الضغط الذي يحدثه الهواء الكروي وحدة لقياس الانضغاطات الكبيرة
الحاصلة في الآلات البخارية وحيث اتساذ كرنا ذلك فيما تقدم حسبنا هذه
الانضغاطات وعبرنا عنها برقم ١ ٢ ٣ ٤ من الانضغاطات الجوية
حتى ان الشغال الذي كان يدير نار الآلة الكبيرة الضغط والشخص المنوط
بتنظيفها وازالة أوساخها يعرف على اى درجة من الهواء الجوى يرتفع ضغط
هذه الآلة مع انه قبل ذلك ثلاثة قرون كان أعظم الفلاسفة لا يعرف شيأ
من ذلك فبقدم العلوم انتقلت المعارف من الرتب العليا الى الرتب السفلى
واتسعت دائرة المعارف عند جميع الملل وصارت وسائط الانسان تزداد
مع ازدياد معارفه وصارت تنشر المعرفة الغزيرة منافع جليلة على الدوام
وهالك بعض تفاصيل تخص الطولبات الجاذبة من أجزاء العملية مشلا عوضا
عن كوننا لانستعمل (لوحة ٥ شكل ٦) الاسطوانة متحدة القطر
في جميع جهاتها وجدنا من الوفرة تقيص قطر هاجز ١١ الاسفل الذي لا ينبغي
للمكبس أن يتحرك فيه ويسمى هذا الجزء الضيق بقصبة الجذب وأما الجزء
الاعلا الذي هو - - - العريض الذي يتحرك فيه المكبس فيسمى بجسم
الطولبة الحقيقي

وقد تكون قصبة الجذب منسعة من أسفلها في نقطة ه لكي يسهل على الماء
الظاهر الدخول وقد اهتموا غاية الاهتمام في فتح هذا المدخل بلوح من حديد
منقوب عدة ثقوب لكي يمنع القاذورات أو الاجسام الصلبة التي تكون
في ماء الحوض خوفا من أن تصعد في قصبة الجذب ونستد سدادتي
ضد ضه وقد تكون الاسطوانتان محزرتين بصمائي ث ث ومحزورتين
بالر بيات أو مجزرق البر بيات ويكونان مفترقتين بجسم قابل للضغط كالجلد
لكي يسدأ مع الاحكام الخلاطات الصغيرة التي توجد في الاجزاء الصلبة
لوجوده في القبتين

وقد تكون سدادة ضده محزنة في حاجر مستوعلى ارتفاع اجتماع جسم الطولية مع قصبة الجذب ويكون مبداس ح ملقوقا بقطع من الجلد بحيث يطبق انطباقا محكما لهم اما يمكن بقليل من الاحتكاك على جسم الطولية بخلاف ما اذا كان المبداس من خشب فقط ويستعملون في بعض الطوليات مكابس من نحاس

وقد تكون الفتحة داخل المبداس قليلة العرض بقدر ما يكون المبداس قليل الحجم وبناء على ذلك يكون قطر هذه الفتحة أم فر من قطر جسم الطولية لكن متى أرتفعت السدادة بمعنى انها الارتفاع بقدر ان تصف فيكون اتساع الفتحة ضيقا ايضا هذا كان عمود الماء الذي يشق المبداس أصغر من عمود جسم الطولية المائية

وبالجمله يمكن لنا ان نعطي لقصبة الجذب قضا اصغر من قطر جسم الطولية من غير أن يـ يكون الماء المرفوع مجبورا على تقدم سرعته عند مروره في المبداس

وان اردنا تخريج الاسئلة الآن فنقول انه ينبغي لنا ولان نفرض بان المبداس يكون في نقطته اسفلى وفي حالة السكون حينئذ تكون السدادات مغارقة بنفس تناسلها الخاص فن اجل ذلك عند تصيب المبداس من أسفل الى اعلا لكي نرفع هذا المبداس فعند ذلك يصعد الماء في قصبة الجذب اذا كانت هذه القصبة ممتلئة قبل اذن بالهواء و يصعد الماء بحيث يخرج الهواء على ان لا يشغل سوى مسافة واحدة لكي لا يحصل منه سوى انضغاط مساو لانضغاط الذي كان يجري به سابقا و يوازن الانضغاط الظاهر الخاص من الكرة الهوائية ولننزل المـ مبداس الآن فنقول بمجرد ما يخرج الهواء الموضوع تحت هذا المبداس في جسم الطولية في وسط المبداس الذي يرفع السدادة فانه يحبس من كمية من الهواء تساوى سائر المبداس

واذا رفعنا المبداس ونزلناه ثانية فارتفع بالتوالي عمود الماء وتتنص الى الهواء المنخفض في قصبة الجذب وفي الجزء الاسفل من جسم الطولية وعند ما خرج

الهواء المحصور في هذه الاتساعات فيشق الماء المكباس الذي يرفع السدادات

والطلومية الجاذبة التي ذكرناها عيوب ينبغي بيانها اذ من المستحيل أن يكون اجتماع القصبات جميعا جذا بحيث لا يمكن للهواء الخارجى الدخول فيه وقت الجذب فاذا لم يكن جلد المكباس طريا بالكلية فانه لا يتقدم مع جسم الطلومية وينزع الهواء الذي يمر من جزء جسم الطلومية الاعلى الى جزءه الاسفل وقوع الجذب وحصوله ويزداد هذا الضرر اذالم تتحرك الطلومات دائما وتنشف الجلود بتأثير الحرارة الكبيرة فعلى ذلك يجب علينا قبل استعمال الطلومية ان نصب جلد من الماء على المكباس بحيث يدخل هذا الماء في جميع الجلود وينفخها

وفي وقت تحريك الطلومية يصعد الماء المجدوب بسرعة ناشئ عن ضغط الهواء الكروى فعلى ذلك اذا اقتبازت سرعة المكباس سرعة السائل فيشكون فراغ بين السائل وهذا المكباس ويزداد هذا الفراغ في كل جذبة ويزداد في الاخر كثيرا حتى لا يمكن للمكباس عند نزوله الوصول الى عمود الماء فلهذا اذا اردنا نزح الماء مع سرعة كبيرة ينتمى الحال بالتالى ان نزح منه شيئا

وكلامنا الى الآن فيما اذا كان جسم الطلومية وقصبة الجذب عموديين راما اذا كانا مائلين يلزم أن نحسب في حساب الانضغاطات وفي جذب الماء الارتفاعات العمودية غير ان مدة صعود الماء وتحريك الطلومية يزيدان كلما كانت قصبة الجذب وجسم الطلومية مائلين زيادة

وقد توجب الحدود المنحصرة التي لا يمكن بدونها رفع المياه بواسطة الطلومية الجاذبة استعمال الطلومية الكاسية في كثير من الاحوال ولتسكلم الآن على الطلومات الكاسية فنقول ان في حركة الطلومية الجاذبة التي تسكلمنا عليها يكون جسم الطلومية ومكاسها بالضرورة فوق سطح الماء المراد رفعه واما في الطلومية الكاسية البسيطة فيمكون جسم الطلومية والسدادات والمكباس تحت التسوية

واذا نزل المكبس من الماء في وسط فتحة هذا المكبس وسداده لكي يساوى مع الماء الظاهر وإذا صعد غلقت هذه السدادة وانضغط الماء الذي فوقه في اعلا

وبالجملة فتتألف الطلومية الجاذبة والطلومية الكابسة تختلف عن بعضها اما الاولى فانها لا ترفع الماء اكثر من عشرة امتار $\frac{1}{10}$ واما الثانية فانها ترفع الماء الى جميع الارتفاعات على حسب الارادة

وهناك طريقة عمل الطلومية الكابسة البسيطة التي يكون في مبدئها فتحة فتقول لوحة ٥ شكل ٧ و ٨

ان المكبس فيها يشابه مكبس الطلومية الجاذبة غير ان قصبة تكون من أسفل عوضا عن أن تكون من أعلى. ان يكون هذا القصيب مثبتا على عارضة البرواز اسفل المتحرك بتضيق عمودي مثبت على عارضة اعليا

ونبت على جسم طلومية ث قصبة ارتفاع ب المنقاسة بالذراع بحيث يكون قصيب ت الاعلا على سمت محور جسم الطلومية وقد يتبع جسم الطلومية وقصبة الجذب بواسطة حروف البريمات والموالب باطواق تفرقها فريدنان من الجلد كما ذكرناه في وصف الطلوميات الجاذبة

ويلزم ان تكون سدادة م م مثبتة في اعلا جسم الطلومية فوق المكبس لاعتقه كما في الطلومية الجاذبة

وحيث كانت هذه السدادة تغلق متى نزل المكبس فان الماء المرفوع اكثر من هذه السدادة بواسطة الكبس لا يمكن نزوله ثانية وانما كل ضربة من المكبس تنفذ منه شيئا قليلا والكمية المرفوعة مع كل ضربة من المكبس تساوى الج الما بر عنه بقطع جسم الطلومية المساوي الارتفاع الذي يقطعه المكبس في كل مرة

واكن الارتفاعات سواء كانت في وسط التحامات السدادات أو بين جسم الطلومية والمكبس فانها تنقص هذه النتيجة نقصا بنا

وقد تكون المقاومات التي تحصل لحركة السائل قليلة كلما صعدت فتحات

السدادات بالنسبة لجسم الطلومبة
ولتسكلم على الطلومبة الكابسة البسيطة ذات المكباس الممتلئ
(لوحة ٥ شكل ٩)

نفرض ان في جسم طلومبة ث العمودى يعزك مكباس ح الممتلئ
المحترك بقصيب عمودى ونفرض ايضا ان قصبة م ن المخنية تكون
اقصبة في نقطة م في الجزء الذى ينفق في جسم الطلومبة وتكون
عامودية من اعلى

وقد تمنع سدادة ض نزول الماء الذى يرتفع في قصبة ن وتمنع سدادة
س الممتلئة في أسفل جسم الطلومبة الماء المرفوع في هذا الجسم عن النزول
حتى ينزل المكباس

وقد تكون السدادات ن والمكباس تحت تسوية الماء المراد رفعه (أولاً) اذا
ارتفع المكباس فالـمـاء يرفع بالنسبة للضغط الكروى الظاهرى سدادة م
ويدخل في جسم الطلومبة وكذلك في جزء م الا فنى حينئذ سدادة ض
المضغوطة بالماء المجموع في ن وبثقل الهواء الكروى تغلق وتمنع الماء
المرتفع في ن من النزول ثانياً (ثانياً) اذا نزل مكباس ح فسدادة س
تغلق بتأثير الانضغاط الحاصل من الماء المرتفع في جسم الطلومبة ومن
المكباس الكابس له بحيث ان الماء الذى لا يمكنه الخروج من سدادة م
المضغوطة بالمكباس يفتح سدادة ض ويرتفع في انبوبة د

وقد تساوى كمية الماء المرتفع بكل ضربة من ضربات المكباس بقطع النظر عن
جميع الخسارات الناشئة عن ابراهذه الآلة حجم مقطع جسم الطلومبة وهذا
المقطع يساوى الارتفاع الذى يقطعه المكباس في كل ضربة كما في الحالة
السابقة

وانتسكلم الآن على الطلومبة الجاذبة المضاعطة (لوحة ٥ شكل ١٠)
فقول اننا اذا اخذنا هذه الآلة وركبناها فوق سطح الماء المراد رفعه واعتبنا
بذلك الجزء الاسفل من جسم الطلومبة بقصبة تنزل تحت هذا السطح فيحصل

معنا الطلومية الجاذبة الكابسة

ومتى صنعنا الا بايب واجسام الطلومية من المعادن فالتاثير قصبة الجذب تارة من قطعة واحدة مفتوحة من أسفل وتارة من قطعتين يكون اسفلهما على شكل مخروط ناقص وتكون الالتصاقات هنا كما في الاوصاف
للمقدمة

وبنفي تنظيم حركة المكاس في الطلومات الجاذبة الكابسة بحيث لا يستد هذا المكاس عند نزوله مجرى قصبة الجذب بالكيفية لانه اذا لم يكن هنالك هوا بين المكاس وسدادة سر ربما صعد المكاس عند مس هذه السدادة فوق ثقل الضغط الجوي فلهذا يلزم أن نذكر التنبيه والتوضيح النفس المسوب الى مسيو بيلدور حيث قال ان الطلومية ربما وقعت دفعة واحدة من غير ان نعرف لذلك سببا ونحلالها عدة مرات بدون ان نتف لها على عيب مطلق ولا نشك في كونها عادمة للحركة

ذلك أن الطلومية الجاذبة الكابسة لكي تكون كاملة يلزم انها لا تستدعي رفع المكاس قوتا اكبر من القوة التي ينزل بها ويندر أن تكون الطلومات متعادلة فلهذا اذا ارادنا طلوميتين متشابهتين يتركبان بحركة واحدة على التوالي فان احد المكاسين يصعد والآخر ينزل ويحصل هذا الترتيب مع الفائدة في الطلومات البخارية

وقد تجنب طلومية بيلدور كالطلومية المتقدمة (لوحة ٥ شكل ١١) شررا الفراغ الواقع بين المكاس وسدادة الارتفاع لما ان قصبة الارتفاع عوضا عن أن تكون موضوعة في أسفل جسم الطلومية كما في الطلومية الجاذبة الكابسة المعتادة تكون منضمة الى الجزء الاعلى من جسم الطلومية ويكون المكاس منقوبا بحيث يحصر مائها امكن مرور الماء وهو في المعادن وفيه في الغالب لولبان بمشاك

وقد يكون جسم الطلومية مستورا بلوح من حديد السبعة معادن في وسطه طوق من هذا المعدن وفي وسط هذا الطوق يمر قضيب

المكبس

وهذا القضيبي يمر في وسط عدة لفات من الجلد مغطاة بحلقة ومضغوطة

باللؤلؤ

ثم ان منع الماء عن الخروج من ثقب القاعدة العليا من الاسطوانة التي يمر فيها قضيب المكبس يترب عنه ضرر عظيم تنقص نتائج الطلومية وعندما تتحرك هذه الآلة يوجد فيها قاذرة عظيمة وهي أن يكون مكبسها بين مائتين وبناء على ذلك لا يمكن للهواء الدخول في جسم الطلومية بهذا المكبس كما يحصل غالباً في الطلومبات الجاذبة الكابسة المعتادة

ولتسكك الآن على الطلومبات الجاذبة الكابسة ذات المكباس المنعكس فتقول ان جسم الطلومية يكون مفتوحاً من أسفله ويتحرك فيها المكبس من أسفل وتؤدي الانبوبة الجانبية الماء للطلومية وتكون سدادة الجذب موضوعة على الخارج الذي يضم جسم الطلومية الى الخوض وهذه الآلة اصعب من الآلة التي يكون فيها المكباس مستقيماً لما انها تحتاج الى بروز من الحديد المصروق على قضيب المكباس لكي يحتركه ولا يسوغ لنا أن نرجع هذه الآلة على الآلات التي عرفناها انما

وفي جميع الطلومبات المتنوعة التي ذكرناها لا يمكن خروج الماء من اعلا الانبوبة الصاعدة الابمسافات مدة احدى حركات المكباس المتواليه

مثلاً الطلومبات الجاذبة البسيطة يتفرغ ماؤها حتى يرتفع المكباس وينقطع انصباب الماء بمجرد نزول هذا المكباس ومثل ذلك في الطلومبات الكابسة البسيطة والطلومبات الجاذبة الكابسة التي يتحرك مكباسها من أسفل الى أعلى وبالعكس ذلك في الطلومبات التي يتحرك فيها المكباس من أعلا الى أسفل فانها تحدث الانصباب متى نزل المكباس وتكون هذه التعاقبات مضرّة في كثير من الاحوال لما انها تطلب قوة محركة غير متساوية تزداد عند خروج الماء اكثر من وقوفه

ولجبر هذا الخلل وجدت ثلاث وسائل متنوعة (الاولى) ان نضع

في الطلومبات

في الطلومات آتية هوائية (الناية) ان نصم جسمي الطلومة او ~~واحد~~ من ذلك الى القصبة الصاعدة (الثالثة) ان نحركه بكاسين في جسم الطلومة ولنسكلم على كل واحدة من هذه الثلاثة على الترتيب الكلام على الطلومات ذات الآتية الهوائية (لوحة ٥ شكل ١٢) فنقول حرف ش هو جسم الطلومة وحرف ر هو الآتية الهوائية المتعلقة على جسم الطلومة بواسطة الثوب والبريقات وحرف ض هو السداة التي تغلق مجرى هذه الآتية في جسم الطلومة وحرف ن هو قصبة الجذب التي نصب في جسم الطلومة وحرفا ه ه هما قصبة الارتفاع ولكل من هاتين القصبتين اللتين هما قصبة الارتفاع وقصبة الجذب سداة تمنع الماء عن التأخر وحرف ح هو المكاس الكبير الذي يضغط الماء من أسفل الى اعلا بواسطة بوازم الحديد

ولموضع الآتية الكلام على حركة الطلومة المذكورة فنقول انه بعد عدة ضربات من المكاس يملأ الماء قصبة الجذب وجسم الطلومة فاذن كلما ارتفع المكاس رخل الماء في الآتية وضغط الهواء المتحصر فيها ويدخل جزء من الماء الداخل في الآتية في قصبة الارتفاع وعندما ينزل المكاس فتنضغط الماء يقتل سداة الآتية والهواء المتحصر فيها يرفع الماء في قصبة الارتفاع فحينئذ يصعد الماء في قصبة الارتفاع متى صعد المكاس او نزل ومتى ارتفع المكاس فانه يصعد الماء مرتين في زمن واحد في القصبة الصاعدة فعلى ذلك يلزم ان تكون لفتحة التي يدخل منها الماء في الآتية اكبر من الفتحة التي يدخل منها الماء في القصبة الصاعدة

وتحتاج الصناعة في كثير من الاحوال الى حركة مستمرة في شغل الطلومات فلذا صار استعمال الطلومات ذات الآتية الهوائية من الامور المهمة وليس الغرض من الهواء في هذه الطلومات ازدياد القوة المحركة بل الغرض منه تنظيم حركاتها فقط وبالجملة قد اخطأ من اعتقد صحة تساري ارتفاع الماء في الطلومات ذات الآتية الهوائية حيث ان ارتفاع الماء يبلغ

في بعض الاوقات نهايته الكبرى كما يحصل في الاوقات التي يكون فيها هواء
الآتية مضغوطا جدا فبناء على ذلك يحتاج لقوة عظيمة في دفع الماء ثانيا
وللتكامل الآن على تركيب جسم الطلومبات المنفخمة الى قصبة ارتفاع
واحدة فنقول ان ترى في (شكل ١٣ لوحة ٥) جسمي الطلومبة
التي كاسية المعبر عنه بحرفي م ن الثنتين بحسب الآلة المعتادة
على قصبة ت المقلوبة المدعاه بلغة العامة بالسراويل لمشايتها لهذا
النوع من الملابس وحرف ه يعب عنه بقصبة الارتفاع ويكون جسمها
الطلومبة متوازين بحيث يرتفع احد المكاسين اذا نزل الآخر وبالجملة
يوجد على الدوام ماء مضغوط جهة الاعلى ويخرج دائما من الجزء الاعلى
من قصبة الارتفاع

وفي بعض الاوقات عوضا عن ان يكون جسمها الطلومبة بجذاء بعضهم ما يكون
احدهما فوق الآخر ويكونان مثبتين بقضبان على عارضتي برواز
من الحديد

وللتكامل على طلومبة تركيبك (لوحة ٥ شكل ١٤) فنقول ان
حرف ح هو في هذه الآلة جسم الطلومبة الاصل و د هو جسم الطلومبة
الثاني وقطره اصغر من الاول وتنضم قضبان المكاسين المتحركة في جسمي
الطلومبة في نقطة خ غ بواسطة عوارض ويكون مكاس جسم الطلومبة
الاكبر ذالواب والاخر ممتلي ومتى صعدت المكاس يرتفع الماء الاسفل
المتضاعف المجذوب ويضغط المكاس الاكبر الماء الذي مرفيه قبل اذ ومتى
نزلت تلك المكاس يلزم أن يرتفع ماء جسم الطلومبة الاصغر في المكاس
الاكبر وبناء على ذلك يلزم أن يرتفع الماء في جميع الاحوال على الدوام

ويستعملون في جانب السفن الكبيرة الطلومبات المتضاعفة المكاس التي ذكر
تفصيلها في لوحة ٦ شكل ١ و ٢ و ٣ ا ه ه ف د ويدل
كل من شكل ١ و ٢ على ارتفاع جسم الطلومبة الذي يظهر من جهتين
على شكل الزاوية القائمة وتدل سداة ض (شكل ١) على ما يسمى

بالبسطة (أي قياس المواقع) التي يمكن رفعها وهي منقوبة ومغطاة بسداتين مستديرتين نصف استدارة وحرفا ح خ هما المكاسان ويمر قضيب المكاس الاسفل في وسط المكاس الاعلى في فتحة مستديرة تتشوق مع هذا القضيب وتحرك ملوى م م عمود ا الذي يحمل زاوية عارضة ت التي على طرفها ويثبت طرف قضيب المكاسين بواسطة حلقة واذا اعطينا الى انلوى حركة الذهاب والاياب فيرتفع احد ذراعي العارضة متى نزل الاخر وبناء على ذلك ينزل احد المكاسين متى ارتفع الاخر وذلك كله في حركة الطلوبة ذات المكاس المتضاعف

ويدل شكل ٣ على مقطع المكاسين بقياس كبير جدا واشكال ا و ب و ث و د تدل على بسطة ضن المذكورة (في شكل ا) ويدل ا على المقطع الرأسى المصنوع بمحور البسطة و ب تدل على الرسامة الاقية التي فوق البسطة و ث تدل على قطعة البسطة الحاملة للسدادات و د تدل على نفس هذه القطعة الموجود فيها لولبان واشكال ه و ف و ز تميز لنا تفاصيل المصباح ف ه هو الجزء المتوسط الذي يستعمل لحفظ الجدار و ف هو الجزء الاعلام المكاس الحامل للسدادتين و ز هو الجزء الاسفل من المكاس

وفي اسفل جسم الطلوبة كما هو مذكور (في شكل ا و ب) تعلق قصبه الجذب ويجوز ما يرتفع الما فانه يخرج من فتحة و المستديرة شكل ا و ب ومن المعلوم ان هذه الطلومة وان كانت تقتضى الاهتمام التام في عملها الا انها تحدث نتائج عظيمة

وشكل ٦ لوحة ٦ يدل على الطلوبة الجاذبة ذات المكاس الدوار مع محور افقي ينسب لبراماء وجسم الطلوبة هو كناية عن اسطوانة مستديرة يكون محورها أفقيا وقاعدتا الاسطوانة تكون من اللوح المعدنية الداخلة في الاطراف على محيط الاسطوانة وبين مجموع قواعد الاسطوانات ونفس الاسطوانات يوجد دوائر من الجلد تنع من الماء والهواء وقد يكون

مكبس \hookrightarrow الدّار من الجناحين المثبتين على المحور فوق كل منهما سدادة ويكون حاجز ض الأفقي معينا لفصل الجزء الشمالى من الجزء اليميني في الاسطوانة تحت المكبس وبناء على ذلك اذارفعنا وزلنا على التعاقب يمين المكبس وشماله اعنى اذانزل يمين \hookrightarrow فان سدادة هذه الجهة ترتفع وتغلق من الجهة المقابلة بضغط السائل الداخلى في الجزء الاعلى ويقتل السائل الذى جهة \hookrightarrow في جزء ث الاعلى وبعد ذلك اذا دورنا المكبس بالعكس فسدادة \hookrightarrow تفتح وسدادة \hookrightarrow تغلق بعكس ما تقدم ويرتفع الماء المرفوع بقصبة رأسه

ويبين لداكل من شكل ٤ و ٥ استعمال الطلوبة المتقدمة كاستعمال طلوبة الحريق التى يتحرك فيها المكبس بملوى م م المتضاعفة التى يرفعها الانسان وينزلها م م ارادته \hookrightarrow كون الطلوبة موضوعة على احد طرفي برميل الماء ويكون الطرف الاخر ممكنا بالماء الذى تشتغل به الطلوبة ونرى مخزنا من الهواء معبرا عنه بحرف ر موضوعا فوق الاسطوانة يستعمل في دوام حركة الطلوبة \hookrightarrow كون البرميل المجهز بملفاته محمولا على عربة ذات اربع عجلات

وقد تصنع طريقة الاسعاغات اللازمة للحريق في بلاد انكثرة باهتمام مخصوص بمعنى ان لها انا سامنوطين بها ارباب امانة بحيث يكون معهم الطلوبات ولوازمها محمولة على عربات ومجرورة بخيول معدة لذلك

ويوجد في الانابيب المستعملة لتوصيل المياه بمدينة لوندرة انابيب صغيرة رأسية ترتفع الى سمت البلاط الذى تغلق فيه هذه الانابيب بغطاء ذى لولب يرفع على حسب الارادة ويوجد بريمة متقوية في نهاية انبوبة الجلد الداخلة في الحوض على رأس الانبوبة في محل الغطاء وينزل الماء بكثرة بواسطة هذه الانبوبة الموضوعة وهذه أعظم طريقة تستعمل لجلب المياه اللازمة لاطفاء الحريق ويجتنبون في بلاد انكثرة غالبا الشغل البطيء الصعب الذى يقتضى كثير من الناس وعادة يعمل هذا الشغل في بلاد فرانس بواسطة الدلاء

التي تنقل من يد الى اخرى

وتتركب جميع الطلومبات المعتادة التي تستعملها الانكليز لاطفاء الحريق من جسمي طلومبة ومن حوض واحد وتكون هذه الثلاثة اسطوانية موضوعة على قاعدة نقيية على شكل قائم الزوايا وتحرك الآلة باليد الرافعة التي يحصل ذراعها من الدائرة مع سلة مزدوجة معلقة في نقطتي قضيب المكاس

لكي ترفع المكاس التي تنحرك في جسمي الطلومبة وتزنها بالتعاقب

وقد يتر الماء اللازم الاتي من الابوبة التي ذكرناها انما في موصل في وسط لوح مستطيل يستعمل مسند الجسم الطلومبة ويفرغ في الجزء الاسفل من جسمي الطلومبة ومن هذا الجزء يضغط في الاسطوانة التي يتكوّن عنها الآلية الهوائية وقد تنتهي الابوبة رأسية التي تصل الى الجزء الاسفل من الاسطوانة وتشق من اعلا غطاء على شكل انطليان الكروي من هذه الاسطوانة بذراع وتأخذ شكلا مخروطا ويمكن اتجاها هذا المخروط وتحويله على حسب الارادة وتسد بمقدار الماء المضغوط بالطلومبة من فتحة في رأس هذا المخروط ويرفع في جميع المحلات المختلفة التي يزيد توصيل المياه اليها المعينة لاطفاء الحريق ومتى ضغط الماء المرفوع في جسمي الطلومبة وقت مروره في الحوض فانه يرتفع فوق الجزء الاسفل من ابوبة الحج ويضغط عند ارتفاعه الهواء الذي يوجد في الجزء الاعلا من الحوض ومتى كان هذا الهواء مضغوطا فانه يدفع بمرسته خرير ماء الطلومبة وبصره مستمر وتكون الآلة التي ذكرناها انما منقولة على عربانة مع صندوق أو حوض يكون ممتلا وقت الاحتياج بالماء فالدلاء التي تنقل من يد الى اخرى في اطراف المدينة التي يوجد فيها او بالقرب منها انابيب مثل الانابيب التي ذكرناها

ثم ان طلومبات الحريق التي توجد في بلاد الانكليز تستحق ان تكون ممتازة عن غيرها بتطبيق قوة الناس على حركة الآلة وبسبب ذلك ان المحور الاتي يتر في وسط الرافعة التي توصل حركتها المتوالية بمكاسي جسم الطلومبة ولكي تحرك هذا العمود تعلق فيه دائرة تكون ضلعها الطويلان موازيين للمحور

على هيئة مماسك ونضع رجلين او ثلاثة في كل جهة يحزكون هذه المماسك وزيادة على ذلك نضع رافعتين صغيرتين في طرفي العمود يتهى كل منهما بقوس الدائرة مثل الرافعة الاصلية المستعملة لتحريك مكابس جسم الطلومبة بالتعاقب ونضع على الجزء الاعلام قوس الدائرة سلسلة صغيرة يعلق في طرفها كرسي اثني موازن للمماسك وتكون العساكر المتوطة باطفاء الحريق ما كثة في وسط المحور متكتين بارجلهم على الكرسي من جهة اليمين والشمال ويحملون بانه اقرب ثقل جسمهم على احد الكراسي وهذا ما يزيد في تأثير الآلة وهذه الطريقة في استعمال قوة الانسان اطهر ائمان اعظم الطرق المشهورة ثم ان الآلة باسرها تكون مركبة على اربع محلات قصيرة وتقل من المخزن الى محل الحريق في عربانة فيها سطح ما يل به ترتفع وتنزل لوازم الطلومبة وحسان واحد يكتفي في جر هذه العربانة

وللطلومبات الانكليزية من ابا على الطلومبات الفرنسية المستعملة لاطفاء الحريق يجب التنبيه عليه او هو ان عمل لشغالة لا يمتد في كونه يرفع بالتعاقب الآلة من جهة اؤمن جهة اخرى ولا يحز كها بقوة شديدة ولا ما يضرب بحفظها وثقل الشغالة راكبين على حسان فوق المحور يساعد على ثبات الآلة ويتقص الجهود التي تمل الآلة من جهة الى اخرى ولتزد على ذلك ان السير الذي تبعه الماء المضغوط يكون مستقيما وبالجملة يحصل له في مرعته قليل من الخسارة

ولتسكلم على الطلومبة الهوائية اى الآلة الجذب الهوائية فنقول انها تتركب من اسطوانتين رأسيين قطرهما واحد يمر لهما بكاسم ابا جذب ويكون قضيب كل واحد من هذين المكاسين مسنداد اخلا في قوس من الدائرة ومثبتا على طرف الرافعة المتحركة بالمولى وتكون نقطة مسنده في وسط المسافة التي تفرق الاسطوانتين ومن اسفل كل اسطوانة يخرج انبوبة التوصيل التي تصب في كفة اقية وتغطي هذه الكفة بقبة من زجاج تسمى بالآنية والدهن الذي يحيطون به اسفل القبة على الكفة يمنع المرور بين الهواء الداخلي والخارجي

وإذا شغلنا العلوميات بلحذب الهواء الموجود تحت الآتية فالتناقص شيئاً
فشيئاً كمية هذا الهواء ونفرغه وهذا ما يسمى عمل الفراغ مجازاً والبارومتر
الموضوعة تحت الآتية تبين لنا بارتفاع عمود الزئبق الانضغاط الذي يحصل
من الهواء سواء كان قليل البسط أو كثيره

• (الدرس الحادى عشر) •

ولتسكلم الآن على قوة الريح وآلات تجديد الهواء والملاحة وعلى طواحين
الهواء فنقول

ان قوة الهواء يظهر تأثيرها على جميع قطع الكرة في كل وقت حيث انه لا يسكن
فى أى محل الا لحظات قليلة وبقليل اضطراب من الجو اذا كان هناك مانع
تحدث قوة يتولد عنها بعض حوادث طبيعية قليلة أو كثيرة تارة تكون نافعة
لاشغال الصناعة وتارة تضر بها

وبالنظر لتأثير الريح العام فى الطبيعة نجد انها تحدث نتائج عظيمة وذلك انها
تنظف جميع المحلات من الابجرة الرديئة التى تجتمع فيها من العفونة وغيرها
وتجلب فيها هواء جديد نافعا للذوات الروحية اللازم لها هذا الهواء لاجل
التنفس

ويستفيع الانسان من تغير الجو دائماً حيث انه يجدد بالآلات الهواء الفاسد
الاجتمع فى عمق المراكب وبين قناطرها وقد يكون بعض هذه الآلات مصنوعة
من اسطوانة من نحاس مفتوحة الجزء الاعلا فتعمر عمودها وتوجه الفتحة
من الجهة التى يأتى منها الريح وللكى يتقاد الهواء الجوى الى القوة التى
تطلبه فينزل فى الآلة ويتشرب فى الخن وبين القناطر فيخرج منها الهواء الفاسد
بالانفاس يتصاعد بجملة من الاشياء القابلة للعفونة اى القابلة للتخمر وكلما
كانت اخطار البحر لا تلجئ لسد فتحات السفينة كطافات المدافع ونحوها
فيلزم قضاؤها والآلات المعدة لتجديد الهواء هى التى تتلقى الهواء الجديد من
جهة الريح وتخرج الهواء القديم الفاسد من الجهة للمقابل

ومن وقت ما عرفت طريقة تجديد الهواء فى المراكب والنظافة الدائمة

نقص عدد الامراض الناشئة عن الاسفار البحرية الطويلة تقصاينا حتى
 ان عدة امراض مثل الاسكربوط فقدت بالكليّة من المراكب
 وتستعمل ايضا آلات تجديد الهواء في عمق المعادن وفي السفن وسكنى الناس
 في المحلات المفضولة على الدوام احد الاسباب للامراض المعدية مثل حميات
 السفن والتيفوس التي تنتشر فيما بعد بين العامة بطريقة مفرغة مهولة
 وفي الولايات التي تكون فيها قوانين صحة الانسان محترمة مراعى فيها الخواطر
 ولو في حق المذنبين خصوصا المتهمين الذين لم يثبت عليهم شيء فان لهم ان
 يستعملوا جميع الوسائط لتجديد الهواء في السفن على الدوام
 ومن المهم ايضا تجديد هواء الاستشفيات بطريقة صناعية حيث ان الاحتباس
 لازم بالخصوص فيما اذا كانت جملة من المرضى مجمعة في محل واحد في الجزء
 الاعلا من الشبّاك تصنع منافذ صغيرة تمكث مفتوحة مدة الليل لكي تخرج
 منها الغازات المضرة التي هي اخف من الهواء الجوى وكذلك تفتح في الالواح
 التي يوضع عليها الفرش فتحات صغيرة تخرج منها الغازات المضرة القاتلة التي
 هي اقل من الهواء الجوى فتبثاثير ثقلها الطبيعي تخرج من تلك المحلات
 وللفتحات التي تتركب من الاخشاب المتساوية الطول المائلة على حدسوى
 (المساواة بالمقف) فائدة عظيمة في تحليل قوة الهواء وتوجيهها جهة الجزء الاعلا
 من الاماكن وتجديد الهواء في المحلات التي تغلقها هذه الفتحات
 ومن المستحسن استعمال جملة من الاشياء التي ذكرناها انفا لاجل تجديد هواء
 الجوى في محلات الملاعب وفي الجمعيات العامة والمحلات المعدة للمواسم والرقص
 ولساير انواع الملاهي
 وقد يتسبب عن كثرة الحريق في هذه المحلات فقد الهواء الجوى فلذلك يلزم
 استعمال جميع الوسائط لاستعواض هذا الهواء الفاسد بسبب الحريق
 وتنفس جميع المتفرجين ولهذا الاستعواض فائدتان الاولى انه يعطى لكل
 شخص الهواء الصافي النافع للتنفس والثانية انه يتقص ارتفاع الحرارة في آن
 واحد التي تزيد كثرة الحريق والتنفس

ولم نترك هذا الغرض بدون ان نسلم على آلة صغيرة لتجديد الهواء تعلق بعض الاوقات في وسط لوح مربع من زجاج وهي كناية عن دائرة ثابتة تدور في وسطها طارة تكون خطوطها مائلة مسطحة مثل اجنحة الطاحونة واما ما كان اتجاه الرياح فانه يضعف قوتها في كل جناح من هذه الاجنحة المائلة ويدور الطارة بسرعة كبيرة على مقدار قوته ولا يمكن اجراء هذه الحركة بدون ان يمر الهواء في وسط الاجنحة ويدخل في المحل

واعظم الاستعمالات المهمة باتساعها وبعمق نتائجها في المحل هي استعمال قوة الهواء في الملاحة فاذا اعتبرنا ملة كاملة الانكليز التي تستعمل ١٦٠٠٠٠ رجل في ملاحتها التجارية و ٢٠,٠٠٠ رجل في ملاحتها الجهادية الذي يكون مجموعهما ١٨٠٠٠٠ رجل بحارة من غير ان ندخل في ذلك عدد الصيادين والمسافرين الصغار الذين يجادرون البرور في السير فترى ان كل واحد من ١٨٠٠٠٠ رجل يحدث بمساعدة الهواء ١٥٠٠٠ كيلوغرام مع انه لا يحدث بقوته سوى ٦٠ او ٧٠ كيلوغراما ولا يمكنه ان يجر على عربانة سوى ١٥٠ او ٢٠٠ كيلوغرام بالاكثر فاذا يكون فرق ٧٠ و ١٥٠ وفي الاكثر ٢٠٠ كيلوغرام الى ١٥٠٠٠ كيلوغرام هي القوة الزائدة على قوته بسبب الهواء ونجد ايضا ان قوة الهواء تصيف الى قوة ١٨٠٠٠٠ رجل بحارة القوة اللازمة لقل ٢,٠٠٠,٠٠٠ و ٢٦٤,٠٠٠ كيلوغرام الى المسافة المتوسطة المتعلقة بالسياحات التي تقطعها السفينة في مدة سنة كاملة وهذه اعظم نتيجة من الباري (سبحانه وتعالى) على الملاحة في مملكة واحدة ولكن من سوء حظ فرنسا وية لم يكن للتجارة والملاحة في فرنسا تقدم كما في بريطانيا الكبرى فبهذا لا يمكن اهم ان يستعيروا من الطبيعة مقدارا جسيما من القوة الطبيعية لاجل استعمالها في نقل المحصولات التجارية وهذا تاخر عظيم في الامول وسبب ضرر بعامة الاهالي وقوة المملكة بالنسبة للمملكة الانكليز

وبعد ما بينت لكم فائدة تطبيق قوة الريح على الملاحه لو اردت ان ابين لكم استعمال هذه القوة في المراكب على اختلاف اشكالها تفصيلا على حسب تنوع القلوع والصواري لقلت انه يلزم لتوضيح ذلك مجلد كامل يحتوي على جميع تلك التطبيقات وانما اكتفيت بان اعرّفكم ان الملاحه بواسطه قوة الريح المتحركه في اتجاه واحد يصلون بمعرفتهم الى التقدم وليس ذلك اتجاه الريح الطبيعي فقط بل انه يمكنهم التباعد على حسب معرفتهم عن هذا الاتجاه لكي يصنعوا معه زاوية صغيرة ثم زاوية حادة ثم زاوية قائمه ثم زاوية منفرجه وذلك لكي يصعدوا عن اصل الريح ويصنعوا مع اتجاه الريح زاوية اكبر من الزاوية القائمه ومتى صنعت السفينه مع اتجاه الريح الطبيعي الزاوية الكبرى وكذلك الزاوية الصغرى مع الاتجاه المخالف فيقال انها تسافر بقرب الريح اعني انها تقرب من اصل الريح ما يمكن

فبناء على ذلك اذا وضعنا سفينه في اتجاه واحد مثل الخط المستقيم المتقدم وسط مؤخرها الى وسط مقدمها وكان المتقدم في الاول فانها تتبع اتجاه الريح وتحول الشوارع عموديا على هذا الاتجاه واذا كانت تلك الشوارع منتظمة مثل السفينه بالنسبة الى السطح العمودي المار من وسط مؤخرها الى وسط مقدمها فلم يكن داع الى تحويل السفينه من اليمين اكثر من الشمال بالنسبة الى اتجاه الريح وبالجملة فانها تتبع نفس هذا الاتجاه وذلك هو السير المستقيم المسمى بالريح الخلقى

واذا فرضنا الان تدوير الدفة بواسطة الجرار الى جهة ما في الحال تدور السفينه في الجهة المخافه وتأخذ طريقا مائلا تتعلق باتجاه الدفة وباتجاه الشوارع فلو كانت قوة الريح تشتغل في جميع الاحوال عموديا على قلع من القلوع لكادت تنقل في اتجاهها الخاص دفعتها الى الصاري والى السفينه ايضا واذا كانت قوة الريح تؤثر من جهة في ذلك القلع فانه يلزم تقسيمها الى قسمين احدهما في جهة القلع الذي لا يحدث شيأ بالكلية والاخر في الجهة العمودية التي تحدث للصاري والسفينة قوة عظيمة

وفي الاتجاه القريب يكون المقدم اقرب من اصل الريح من المؤخر وتكون
القلوع مائلة اكثر من السفينة بالنظر الى اتجاه الريح واذا طرق الريح هذه
القلوع فانها تنقسم الى قسمين كما ذكرناه انفا وتنقسم القوة المؤثرة المتحركة
عموديا في القلوع الى قسمين آخرين أحدهما يكون عموديا على عرض السفينة
ويُدفعها عموديا على هذا العرض وهذه حركة تدل على صلابة عظيمة
ولهذا السبب تكون ظاهرة قليلا والقسم الثاني يكون متجها بالتوازي على
طول السفينة ويحصل له مقاومة ما كبيرة كانت أو صغيرة وبالجمله فانه يقدم
السفينة في هذه الجهة اكثر من تأخيرها اليها في الجهة المعترضة ولهذا السبب
تتقدم السفينة مع هذا التأخر الذي يسمى بالانحراف جهة اتجاه الريح لكن
هذا التقدم انما يكون بالميل فعلى ذلك اذا اراد الانسان الانتقال من محل الى
آخر مع تتبع خط مستقيم مواز لاتجاه الريح والصعود لنصب هذا الاتجاه
فيجب عليه قطع خط مكسرفي الجزء الاول بعيد بقدر الامكان عن الخط
الرسم على متبقى اتجاه الريح ومضى وصل الى ارتفاع وسط هذا الخط الاخير
وغير طريقه لكي يأخذ اتجاهها آخر مخالفا لاتجاه الريح لكن من جهة اخرى
فان هذا الاتجاه الجديد يوصل بالضرورة الى الطرف الثاني من الخط الذي
ارتحل منه فلماذا يمكنه في البحر بواسطة خطين أو أربعة أوتة وهم جزأ
الانتقال من محل الى آخر بالسرعة باتجاه الريح

وايا كانت صورة القلوع فانها تكون على حد سواء في نقل قوة الريح لتعريف
السفينة فبناء على ذلك اذا كان القلع مثلثا ذا اسطح متساوية فان مركز ثقله
يكون اعلى من مركز ثقل القلاع المربع الذي تكون قاعدته واحدة وبالجمله فان
هذا المركز في القلع المثلث يكون موضوعا على ثلث الارتفاع واما في القلع المربع
فانه يكون موضوعا في وسط هذا الارتفاع وخلاف ذلك يكون خطر استعمال
قوة الريح في القلوع المثلثة اكثر من استعمالها في القلوع المربعة وللقلوع
الضيقة المستعملة بالنصوص في المراكب التي تسافر في البحر الابيض المتوسط
منفعة عظيمة وهي كونها تبحث في العلو برأسها وتجلب نسائم الريح القليلة

التي تظهر في اعظم فصل من الفصول في خم الاودية العديدة التي تظهر للملاحين في الارض الجبلية من سواحل البحر الايض المتوسط في اسبانيا و فرانس و ايطاليا و قرصقة و سردينيا و بلاد اليونان ولكن هذه القلوع اقل سهولة في الحركة و اقل موافقة لثبات السفن كما ذكرنا من القلوع المربعة فلهذا ترى ان مراكب البحر الايض متى سافرت في بحر صعب مثل لوقيانوس تجرد عن قلوعها المثلثة وتستعوض القلوع المربعة

وعند استعمال السفن الكبيرة يلزم زيادة عدد القلوع فيها لئلا يكون كبرها غير مناسب لقوة الناس الذين يشتغلون فيها وليس هذا بالنسبة للاوقات الطيبة فقط بل في اثناء القروانات الموهولة جدا كذلك

وهذا هو السبب الاصلى الباعث على استعمال اثنين أو ثلاثة أو اربعة من الصواري العمودية بالتوالي بقطع النظر عن الصارى المائل الموضوع على مقدم المركب وهذا هو الباعث ايضا على قسمة كل واحد من هذه الصواري الى جزء أو ثلاثة أو اربعة مع الاستقلال لكل واحد منها بحمل قلعته مع الزوايد الخارجية التي توضع في اليمين او الشمال ويمكن قلعها واخراجها على حسب الادارة و يقطع النظر عن هذه القلوع توضع فيها قلوع آخرة مفصلة على صورة المثلث اوشبيه المتخرف بين الصواري العمودية و بين الصارى المائل الموضوع على المقدم الذي يسمى بصارى مقدم السفينة

وهذا من الفنون الصعبة المحتاجة لكثير من التجارب وامعان النظر مهما امكن وهو الذي يعرف به الانسان في كل وقت من الاوقات ما القلوع التي يصلح استعمالها للاتجاه ما من الريح والسير السفينة في هذا الاتجاه وكذلك يعرف وضعها بالنسبة لاي اتجاه من الريح وما القلوع التي يلزم ابطالها عن العكس من ذلك لاجل المداومة على الطريق المعلوم و لاجل تغييرها بشروط محددة ومعرفة هذا الفن مختصة بضباط المراكب الحربية والتجارية لانه يستدعي كثيرا من المعارف النظرية والعملية

وفي كثير من الآلات تستعمل المقاومة التي تحصل للأجسام عند تحركها في الهواء مثل المدبر الذي يمنع الآلة عن اخذ السرعة المضرة في سيرها وأعظم مثل يضرب هن هذه التطبيقات هو طيران عدة من آلات تدوير السباخ وهذا الطيران يكون مركباً من طارة موضوع على محيطها عدة ألواح معدنية صغيرة يكون سطحها المستوى المار بمحور الطارة عمودياً على اتجاه حركة هذه الألواح وقت تحرك الطارة ومتى كانت حركة هذه الطارة بطيئة جداً فإن المقاومة التي تحصل لهذه الألواح من جهة الهواء لا تظهر الا قليلاً ثم تزداد بدرجات سريعة عند ازدياد سرعة الطارة وإذا عبرنا عن درجات السرعة بهذه الأعداد

أعني ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠، ٣١، ٣٢، ٣٣، ٣٤، ٣٥، ٣٦، ٣٧، ٣٨، ٣٩، ٤٠، ٤١، ٤٢، ٤٣، ٤٤، ٤٥، ٤٦، ٤٧، ٤٨، ٤٩، ٥٠، ٥١، ٥٢، ٥٣، ٥٤، ٥٥، ٥٦، ٥٧، ٥٨، ٥٩، ٦٠، ٦١، ٦٢، ٦٣، ٦٤، ٦٥، ٦٦، ٦٧، ٦٨، ٦٩، ٧٠، ٧١، ٧٢، ٧٣، ٧٤، ٧٥، ٧٦، ٧٧، ٧٨، ٧٩، ٨٠، ٨١، ٨٢، ٨٣، ٨٤، ٨٥، ٨٦، ٨٧، ٨٨، ٨٩، ٩٠، ٩١، ٩٢، ٩٣، ٩٤، ٩٥، ٩٦، ٩٧، ٩٨، ٩٩، ١٠٠ فإن هذه الأعداد تدل على المقاومة الحاصلة من هذه الألواح بالنظر الى عدم حركة الهواء ويمكن ان نستنتج من هذه الآلات عدة تطبيقات وسنبينها تفصيلاً في قول

ان قلع السفينة تحدث تأثيراً يشبه الطائر لكي يمنع اضطراب المركب وانقلابها ويكون هذا الانقلاب اعني الحركة التي تعمل على مقضى محور افقي متجه من المؤخر الى المقدم كبيراً متى كانت تلك القلع متجهة في سطح عمودي على هذا المحور أعني في سطح حركة الانقلاب فينبذ لا يحصل من هذه القلع مقاومة لتلك الحركة دائماً إذا ماتت القلع ونشأ عنها سطح كبير بالنظر لاتجاه حركة الانقلاب فإنها تكون مطروحة بكمية كبيرة من الهواء وتقاوم شيئاً إذا حصل الانقلاب وبالجملة فإن هذا الانقلاب يقل شيئاً شيئاً وهذا ما يرى بالمحسوس إذا كانت القلع محولة جهة المشرق بحيث ينشأ عنها سطح كبير في الجهة المخدرة وتنضم على حين غفلة في الوقت الذي يرمون فيه الهلب ويقطعون السير وهذا هو الزمن الذي تؤذي فيه مضرات البحر الناشئة عن حركات السفينة وانقلابها الناس الذين ليسوا متعودين على هذه الحركات

واعظم استعمالات قوة الريح واكثرها فائدة هو استعمالها في طواحين الهواء
وتستعمل قوة الريح أيضا في دفع الطارات ذات الاجنحة الكبيرة وتسمى هذه
الطارات بطواحين الهواء

ومن المعلوم ان مثل هذه الآلة الميكانيكية لاتصلح الا للاشغال التي لاتستلزم
المداومة على درجة واحدة من القوة والسرعة والتي يمكن وقوفها عدة ايام
بلا ضرر متى كان الريح ساكنا ويختلف هذا الضرر مع وجود الوفرة الممكن
في استعمال الريح عن استعمال عمليات الورش والفبريات الكبيرة كالقوة
المحركة في جميع العمليات

ولكن يمكن استعمالها في العمليات الغير الضرورية التي لم تكن محتاجة للعمل
مع الانتظام الدائم وهناك ضرر آخر في استعمال قوة الريح وهو عدم امكان
استعمالها في جميع الاماكن مثلا يلزم رضع الطاحونة على بعض التلوي
او في السهول المتسعة على قدر الضرورة او في الاودية العريضة المتسعة ايضا
ولا توضع تحت ارتفاع الغابات المرتفعة بحيث يمكن للريح الوصول الى اجنحتها
بلا مانع من أى اتجاه كان

وهناك الاستعمالات الاصلية التي يستعملون بها قوة الهواء تستعمل لطحن
الحبوب وعصر الزيت واستخراجها من بعض البزور وسحق قشر شجر البلوط
الذي يستعملونه للدبغ ولنشر الاخشاب وبالجملة تستعمل لرفع المياه المعينة للسقي
او لنزع المياه التي تغرق اى ارض وتنشيفها بهذه الطريقة

واول استعمال طواحين الهواء في بلاد المشرق ثم انتقل منها الى بلاد اوربا
في اوائل حرب الصليب

فالاسم المسمى من الهواء انما الص من الماء حال اعتدال حرارة الثلج
الذائب وضغطه يعود معلوم من الزيت قدر ارتفاعه ٧٦ ستمترا
برن غراما واحدا $\frac{3}{1}$

وبالبحث عن قياس قوة الريح بالتجربة وجد ما روي انه اذا كان مقدار

متر

السرعة ٨٩٨, ٣ في كل ثانية فانه ينشأ عنها قوة دافعة تساوي
 ١٧٩ غراما على سطح متحرك ارتفاعه ١٠٥٠ ر. ستغير امر بها
 وقد عمل بوردا و بورس عدة تجارب في هذا الغرض ايضا فانظروا
 باستنتاجهما ان قوة الهواء الدافعة تكون مناسبة لتربيع سرعة الهواء
 في زمن مفروض وبسهولة معرفة ذلك حيث ان كل جزء من الهواء المقوى
 بسرعة كبيرة يتجدد عدة مرات بقدر كبير السرعة

وقد تزداد المقاومات التي تحصل للهواء من السطوح المتنوعة في نسبة كبيرة
 كنسبة تلك السطوح فعلى مقتضى تجربة بوردا السطوح المربعة التي تكون
 اضلاعها ٤ و ٩ و سطوحها ١٦ و ٨١ تقاوم قوة الهواء
 في نسبة ١٦ الى $\frac{1}{4}$ وهذه النتيجة الاخيرة تبين لنا ان لم يكن
 هناك مانع ان السباحة تكون اوفق مع القلوع التسعة القليلة العدد من
 القلوع الصغيرة الكثيرة العدد الدالة على هذا السطح

ومضى تحرك الهواء على السطوح بالاغراف فتقسم قوته كما ذكرنا ولا بعد
 منها سوى الجزء المستقيم عوديا على سطح القلع وقد ينشأ عن متوازي اضلاع
 القوى نتيجة صحيحة جدا اذا قابلنا قوة الهواء العمودية بالقوى الناشئة عن
 اتجاه الرياح التي تصنع مع سطح القلع زاوية منحصرة بين ٣٠ و ٤٥
 درجة كما بينه بوردا بطريقة العملية وقد تظهر لنا التجربة ان قوة الهواء
 تكون كبيرة اذا كانت تتحرك على سطح مستوا اكثر مما اذا كانت متحركة على
 سطح يكون تحديه مخالفا لاتجاه الرياح

ويوجد من طواحين الهواء نوعان تنصب في احدهما اسطحة مستوية على
 محيط طارة انقبية ونسبى هذه الطواحين لهذا السبب طواحين انقبية وهى اقل
 فائدة من الطواحين التي تكون فيها قوة الهواء موضوعة على الاجنحة التي
 يتحرك عنها خطوط طارة رأسية وهذه الطواحين الاخيرة هي التي
 نحن بصدددها

ومع ذلك ينبغي ان اذكر طمونة اقية عظيمة رأيتها في انكثرة بقرب لندرة
 وبيان ذلك ان تصور سوراً كبيراً شامخاً مستديراً ينشأ عن محيطه جملته من
 القنحات العمودية المائلة التي يمكن مقابلتها بفتحات الطاقة الموضوعة على
 محيط الاسطوانة وايضا كان اتجاه الريح فانه يدخل بين ربيع من القنحات
 ويتقدم في داخل السور مع اتجاهه يتحرك على الدوام في جهة واحدة وعند
 دخوله بهذه الطريقة فانه يصادف قلوفاً منتصباً بالتوازي على اضلاع
 اسطوانة السور ويدفعها دائماً الى اتجاه واحد وبهذه الكيفية تدور
 الطاحون وبعد ذلك يخرج الهواء من فتحات متنوعة من الجهة المقابلة
 للريح

ولتسكلم الآن على وصف الطواحين ذات الاجنحة العمودية فنقول انه لاجل
 ان تتاقى هذه الطواحين دفعة الريح من جميع الجهات يلزم ان نجعل سطح
 الاجنحة المستوي العمودي في اتجاه عمودي على اتجاه الريح فلذلك يكون
 العامود الافي الذي يحمل هذه الاجنحة مثبتاً فوق السور مع السطح على آلة
 مستديرة بها يتيسر الدوران في جميع الجهات بواسطة رافعة كبيرة يقرب
 طرفها قريبا من الارض ويدفعه الصانع بيديه لكي تصنع الاجنحة في اتجاه
 مناسب او كما قيل يمكنه تدوير الطاحون دورانا مناسباً

ومن الطواحين الانكليزية يرى شكل ١ لوحة ٦ طارة صغيرة تكون
 اجنحتها متجهة في مستو عامودي ماراً بمحور الطاحون الرأسي ومتى بعد الهواء
 عن هذا المستوى العمودي فانه يؤثر في اجنحة الطارة الصغيرة التي تنقل
 حركتها الى قضيب ت والى طارات زاوية ر و ر و ض و ض
 وتكون اسنان ض موضوعة على حلقة كبيرة مستديرة متصلة بالجزء
 الاعلا من الطاحونة وهذا الجزء يدور على بكرات ر و ر التي تنجى
 على كفة مدورة موضوعة على الجزء الاسفل من الطاحون وشكل ٢
 يبين لنا مستوى جزء الطارة المستديرة التي هي ض ض المعشق
 مع ض

وقد تخلص الاجنحة المتركة التي هي ١١ شكل ١ لوحة ٦
عن القوة بنفسها بتركيب عجيب متى كانت قوة الهواء قوية وكل جناح من
هذه الاجنحة يكون مكونا من صاعدين مثل م م المذين تسحب
عليهما مساند ل ل و ل ل التي هي مساند ملقات ر ر التي تلف عليها
القلوع ذات الثلاث زوايا وهناك زرار مغلوق مثل ت ت مثبت على
مساند ل ل و ل ل من اسطوانات كل جناح وقد تكون رأس ا التي هي
مغلقة ت ت مسنوفة على طرف رافعة مثل ا ر ت المنقاسة بالذراع
وقضيب د د في ح د عند ما يخرج يقرب من د د

ومتى تجاوزت سرعة الاجنحة بعض حدود فان القوة البعيدة عن المركز تدفع
مساند ل ل و ل ل الى الخارج وفي هذه الحركة تدور الرؤس التي يحمل لها
محور كل ملف من ملقات ر ر عند احتكاكها بجزء ف ف الثابت
الملفات بحيث تنضم القلوع شيئا فشيئا وفي آن واحد تباعد قضبان ت ت
المغلقة ا من د د وتدخل د د ثانيا عند ما ينقل الجزء والمسنن المعبر
عنه بمحرف د حركته الى طارات زاوية ث و الى بكرة ش
الكبيرة التي ترفع الميزان وعند ما ينقل الريح فالميزان ينزل ويجبر القلوع على
الانفراد ثانيا

ويكون شكل ٣ مسقطا عموديا كبيرا لتركيبه من روافع ا ر ت
شكل ١ ومن اربع اجنحة حول قضيب د د

ويكون شكل ٤ هو مستوى الملف ذي القلع ويرى فيه كيفية ضبط محور
الملف من اطراف دوارنه على رأس غ

وفي شكل ١ فطارة زاوية س س هي التي تقل قوة الريح الى تركيب
آلة الطاحون المخصوصة

وشكل ٥ هو مسقط جناح فلنكي على سطح ممتد من عمود ١١ الذي
يحمل الاجنحة من وسط طول الجناح الاصلي المعبر عنه بمحرف ح ح

ولا يتحرك الهواء في اتجاه افقي الا نادرا ولهذا السبب ظهر لنا بالتجربة

اتنا اذا اردنا تحصيل اعظم نتيجة من قوة الهواء يلزم ان نميل العامود الذي يحمل الاجنحة من ٨ الى ١٥ درجة ولا نجعله اقويا اصالة فاذا كان كل واحد من الاجنحة في مستور اسي على العامود فان قوة الهواء عنده هذه الاجنحة لا يمكن ان تدوير العامود فعلى ذلك يلزمنا ان نعطي هذه الاجنحة ميلا يكون واحد الاجنحة لكي تتبع القوة المتقسمة مستوى جميع الاجنحة وتدور العامود في جهة واحدة

وقد عمل اسمائتون المهندس الانكليزي المشهور عدة تجارب في قوة الهواء بعد عملها لمانها تحت نتائجها مع تنبيهات كولومب في طواحين الهواء الكبيرة ولاجل زيادة الانتظام في تجاربه ربح تحريك الطاحون حيث اعطى لها اندفاع قوة الهواء المشهورة في سكوت رايح فضلا عن كونه يعطى للطاحون قوة الهواء المستقيمة الذي يتغير في كل وقت فهذه الطريقة كان متحققا من السرعة التي كانت تتحرك بها الاجنحة فكان يلق على العامود الافقي الذي يحمل الاربع اجنحة المقروضة في التجربة جلا يعلق في طرفه كفة يضع فيها اثقالا حسب ارادته وكان شغل هذه الاجنحة محصورا في دفع هذه الكفة بسرعة ما كبيرة او صغيرة في زمن معين فابتداء اسمائتون بالبحث عن درجة الانحراف التي تصلح للاجنحة المستوية فعرف ان الثقل اللازم لتوقيف حركة الاجنحة المائلة ٣٥ درجة يفوق الثقل اللازم لتوقيف حركة اجنحة اخر مائلة على خلاف ذلك المتحركة بنفس السرعة المتقدمة

وعلى موجب تجارب اسمائتون يلزم لتحويل الاجنحة ذات البعد المقروض في زمن معلوم مع الانتظام اكبر قوة ممكنة ان يكون ميلها من ١٥ الى ١٨ درجة فائدة هذه الطارة بالنسبة الى الطارة التي ميلها ٣٥ درجة تكون في اعظم نسبة من ٤٥ الى ٣١ وعمل هذا المهندس ايضا تنبيهها يدل على ان الميل المحصرين ١٦ و ١٨ يختلف قليلا من النهاية الكبرى المطلقة وهوانه اذ اردنا ان نقصنا ميل الاجنحة بدرجة او بدرجتين فلا ينتج عنها الاختلاف قليل من النتيجة الكلية بالنظر الى النتيجة العظمى

وقد وضع ميسو اسمياتون في التجربة الاجنحة التي يكون سطحها شاماليا عوضا عن كونه مستويا وما يلا قليلا مع التدريج بشرط ان نقطة الجناح التي يقاس فيها هذا الميل تكون بعيدة عن المحور فلم يجد في ذلك منفعة اكثر من استعماله الاجنحة المستوية

واما البنائون الفلمنكيون فانهم يميلون بعكس ذلك بعضا من اجنحتهم بشرط ان يبعد هذا الجزء عن المحور وهالك جد ولا يشتمل على ميل عدة اجزاء من الاجنحة جهة المستوى الذي تعمل فيه حركة الدوران وهذه الانحرافات المعينة بتجارب اسمياتون هي التي يعتمد عليها

الزاوية المصنوعة مع سطح الحركة

درجة

٧ $\frac{1}{2}$ ١٢ ١٦ ١٨ ١٩ ١٨

$\frac{1}{6}$ $\frac{2}{6}$ $\frac{3}{6}$ $\frac{4}{6}$ $\frac{5}{6}$ $\frac{6}{6}$

من طول القلع عندما يبعد من المحور

وبنشأ عن الطواحين العظيمة بملك فرنسا زاوية التي استتجها كلوب نتائج مثل النتائج التي استتجها اسمياتون ومع ذلك ذيل بعض اجزاء الجناح يتغير من ابتداء النقطة الموضوعة قرب المركز الى النقطة البعيدة عنه من ٣٠ درجة الى ١٢ درجة في بعض الطواحين والى ٦ في البعض الآخر

ثم ان اسمياتون لما غير عرض الاجنحة وجد انه يلزم لانه اعظم نتيجة يمكن تحصيلها ان يكون الجناح العريض ما يلائم تحت زاوية كبيرة ورأى ايضا ان الجناح الذي يكون عريضا من الطرف اكثر من المركز يكون احسن من الجناح القائم الزوايا وبالنظر للاجنحة ذوات الاسطحة المتساوية تكون صورة شبيه المنحرف اوفق

وقال اسمياتون ايضا اذا تجاوز ازدياد سطح الاجنحة هذه الحدود فان

مضرته تكون اكثراً من نفعه وذلك أن الهواء لا يجده مسافة كافية يخرج منها بعد قرع هذه الاجنحة

واراد ان يعرف بالتجربة نسبة سرعة الاجنحة التي تدور حسب الارادة من غير شغل ونسبة سرعة الاجنحة التي تحدث شغلا كبيرا فوجد نسبة هذه السرعة على العموم من ٣ الى ٢ اعني اذا كانت الاجنحة تدور ثلاث مرات مطلقا اي بدون شغل في زمن مفروض فالاجنحة التي تدور في نفس هذا الزمن وتحدث شغلا كبيرا لا تدور سوى مرتين وفي الطاحون الواحدة يكون الشغل مناسباً على العموم لسرعة الريح فلذا اذا كانت سرعة الهواء متضاعفة مرتين او ثلاثة او اربعة فان الاجنحة تستغل بسرعة متضاعفة مرتين او ثلاثة او اربعة كذلك وهم جزاً

وبالجملة فان الشغل الناتج عن الطاحون في زمن مفروض يكون مناسباً لربع سرعة الريح

وقد اثبتت ملحوظات كولومب على طواحين فلنك فرانسا ان النتيجة واحدة تقريباً في اكثر من خمسين طاحوناً بفرقة قرب مدينة ليل وموضوعة في محل واحد ولوان هذه الطواحين مختلفة البناء ومختلفة قليلاً في ميل العامود الحامل لهذه الاجنحة وفي وضع هذه الاجنحة ايضاً وهذا ما يثبت ان هذا الجنس من البناء يلزم ان يكون قريباً جداً من النتيجة العظمى ولم تجر في التفاصيل الكبيرة التي تخص التجاريب التي ينشأ عنها مرفعة النسبة النافعة بين وضع اجنحة الطاحون وابعادها بل اكتفينا بحالة ذلك على كتب المبرين المشهورين القرنين السادس والعاشر اللذين سبق ذكرهما

وهذا الشغل السنوي الناتج عن طواحين فلنك على مقتضى تجاريب كولومب وهو أن تعصر عصارة الزيت اربع مائة برميل في السنة المتوسطة ووجد ان هذا الشغل يوافق لشغل ثمان ساعات في كل يوم مدة ايام السنة بأن يحدث قوة ٣٤٧٢٨ كيلو غراماً مرفوعة الى متر في كل

دقيقة

مثلا اذا اخذنا وحدة لقياس الديناميكة واحد مليون من الكيلوغرامات
اي الف برميل مرفوعة الى متر واحد يحصل معنا الشغل اليومي $\frac{2}{3}$ ١٦
دينام يرا د عليها سدس بالنسبة للاحتكاكات
ولاجل تحصيل هذه النتيجة يلزم واپور المعلم واط الذي يجزئه ثلاثة من الخيل
ومنى طبقا قوة الهواء على طعن الخبوب نجد انه يلزم قوة واحدة لطنن
١٠٠٠ كيلوغرام من القمح وعصر $\frac{1}{3}$ ٣ براميل من الزيت وهذه القوة
تساوي $\frac{1}{4}$ ٥ دينام

• (الدرس الثاني عشر) •

• (في الكلام على الحرارة) •

قد تنتقل الحرارة نارة من الاجسام الاجنبية الى الاجسام البشرية فحدث
فيها الحرارة وتارة تكون بالنعكس بمعنى انها تنتقل من البشرية الى الاجنبية
فحدث فيها البرودة ولم يكن هذا الانتقال بين الاجسام البشرية والاجسام
الاجنبية فقط بل قد يكون بين جميع الاجسام الطبيعية ايضا ونشأ عنه
للاصناعة حوادث فيها منفعة عظيمة جدا

ومنى زادت حرارة المادة زاد حجمها وبالعكس العكس وبهذا اتقاس الحرارة
بالآلات وتتغير الاجسام ذات الشكل المحدد بحيث يسهل قياسها ويظهر بحاسة
البصر وذلك كآلات الترمومتر اى ميزان الحرارة والبرودة التى ستتكم
عليها ولنبحث الآن عن اتقياس كيف صارعا ما لحرارة الاجسام فنقول

انه لاجل اتقال كيلوغرام من الماء من حرارة الثلج الذائب الى حرارة الماء
المغلى يلزم اخذ كمية من الحرارة قاعده لجميع الاقيسة ونسميها بجزء المائة
من هذه الكمية ونقسم الى مائة درجة احوال الحرارة واعدال الماء الذى له
فى كل كيلوغرام ١ و ٢ و ٣ و ١٠٠ حذى جزء واحد من الحرارة
وانظر الان لكل درجة ما يلزم من ازدياد الحرارة بالنسبة الى الشكل المنشور
او الاسطوانى الذى يعبر عن طوله بعدد ١٠٠٠٠٠٠٠ وهاله جدولا
بين ذلك

٠١٠, ٧٩	بولاد غير مسقي
٠١٢, ٤٠	بولاد مسقي اصفر مكوي الى ٦٥ درجة
٠١٩, ١٠	فضه
٠١٩, ٠٩	فضه بعبار باريس
٠١٧, ١٧	نحاس
٠١٨, ٧٨	نحاس اصفر
٠١٩, ٣٨	قصدير الهند
٠٢١, ٧٣	قصدير كورنومال
٠١٢, ٢٠١	حديد لطيف مدقوق
٠١٢, ٣٥	حديد مدقوق مسجوب
١٨٤, ٧٧	زيتق
٠١٤, ٦٧	ذهب السفر
٠١٥, ٥٢١	ذهب بعبار باريس غير مكوي
٠١٥, ١٤١	ذهب بعبار باريس مكوي
٠٠٨, ٥٧	بلاتين اي ذهب ابيض (على حسب تجربه تورد)
٠٢٨, ٤٨	رصاص
٠٠٨, ١٢	فلنتجولس انكليزي
٠٠٨, ٧٢	زجاج فرنساوي مع رصاص
٠٠٨, ٩٧	انبوبة من الزجاج بدون رصاص
٠٠٨, ٩٠	مرآة جوان المقدس
وهذا الجدول يرى الانبساط الكبير الذي يحصل في الزيتق والانبساط القليل الذي يحصل في الزجاج وعلى هذين الخاصيتين المختلفتين خاصتي الزيتق والزجاج تأسست الترمومتر	
فإذا تصورنا انبوبة اسطوانية بالكلية ينتهي طرفها بكرة مجوفة ذات قطر اكبر من قطر الانبوبة وفرضنا ان قطر الكرة يساوي قطر الانبوبة عشر	

مرات فان حجم الكرة يكون $\frac{2}{3}$ ٦٦ مرة اكبر من حجم الاسطوانة التي قطرها
 قطر الانبوبة وطولها كطول قطر الكرة وبالمثل فان زيادات حجم قطعة من
 الزيت الذي يلا اناه كرويات تصعد في الانبوبة الى ارتفاع $\frac{2}{3}$ ٦٦ مرة اكبر
 مما يصعد الزيت اذا كان شاغلا في هذه الانبوبة ارتفاعا مساويا لقطر الكرة
 وبهذه الطريقة يعرف امتداد الزيت في كل درجة مئوية بمجرد النظر
 ويضعون علامات في اللوح الذي تكون فيه الانبوبة وكرة الزيت متعشقين
 تقسيمات تساوي درجات الحرارة المتنوعة من ابتداء صفر الى ١٠٠ درجة
 فافوقها

وحيث ان الانبوبة وكرة الترمومتر \llcorner كيتان من جوهر يقبل التمدد
 بالحرارة ويتص حجمه بآبرودة فهذا التعبير يؤثر في المسافات التي يقطعها
 الزيت متى زادت الحرارة وتقصت ويتداركون خلال هذا الضرر بالطريقة
 التي يفعلونها ولقي قسم الترمومتر بالتدريج

ومتى مرت الاجسام المختلفة التي ذكرناها في الجدول المتقدم بجميع درجات
 الحرارة التي يمكن تحصيلها فانه يرى ان جملة من هذه الجواهر تتبع سيرا مناسبا
 تقريبا وذلك كزيت والزجاج والمعادن على العموم ماعدا البولاد المسقى
 ومع ذلك ينبغي لنا ان نلاحظ بان \llcorner كل جسم من الاجسام الصلبة لا يتدد
 بالتسوية في عدد واحد من الدرجات من ابتداء النقط المختلفة على قياس
 الترمومتر

وبناء على ذلك فالاحسن ان نقول ان انبساط الاجسام يكون مناسبا بالدقة
 لدرجات الحرارة التي تحصل لهذه الاجسام حيث انه يزداد بزيادة الحرارة
 فلذا كان انبساط المعادن من ٢٠٠ الى ٣٠٠ درجة اكثر من ١٠٠
 الى ٢٠٠ درجة وتصير هذه الزيادة خاصة مشهورة متى قرب الانسان
 من درجة ذوبان الاجسام ومع ذلك يمكن في عمليات الصناعات وفي تغيرات
 الحرارة الكبيرة ان نقول بلاخطاء ان تغير حجم الاجسام يكون مناسبا لعدد
 درجات الحرارة التي تنكسها هذه الاجسام او تفقدها

وربما كان الزئبق هو السائل الذي يظهر فيه اقل تباعد في التمدد مثلاً ما بين درجة واحدة ومائة درجة وبالنظر لهذا يكون الترمومتر الزئبقي اعظم آفة يمكن استعمالها في ذلك واماً تبساط الماء بين صفر ومائة درجة فانه يكون بعيداً عن الدلالة على هذا الانسجام الذي يدل على تمدد الزئبق وهذا ما يبيده هذا الجدول الصغير المستخرج من كتاب نوسون

درجات الترمومتر	احجام الماء	اختلاف الاحجام	الانبساطات المتوسطة للدرجة
درجة			
٠١٠	١,٠٠٠٢٥	٠,٠٠٠٦٨	٠,٠٠٠١٢٣
٠١٥	١,٠٠٠٩١	٠,٠٠١٠٦	٠,٠٠٠١٩١
٠٢١	١,٠٠١٩٧	٠,٠٠١٣٥	٠,٠٠٠٢٤٣
٠٢٦	١,٠٠٣٣٢	٠,٠٠٢٦٢	٠,٠٠٠٤٧٢
٠٣٢	١,٠٠٥٩٤	٠,٠٠٣١٤	٠,٠٠٠٥٦٦
٠٣٧	١,٠٠٩٠٨	٠,٠٠٤٩٦	٠,٠٠٠٤٤٧
٠٤٨	١,٠١٤٠٤	٠,٠٠٦١٣	٠,٠٠٠٣٦٧
٠٦٥	١,٠٢٠١٧	٠,٠١٦٠٠	٠,٠٠٠٧٢٠
٠٨٧	١,٠٣٦١٧	٠,٠٠٩٤٠	٠,٠٠٠٧٦٨
١٠٠	١,٠٤٥٥٧		

ثم ان الاجسام تنقسم ثلاثة اقسام صلبة كالاشباب والاحجار والبلور وهلم جزاً سائلة كالزئبق والماء والزيت وهلم جزاً غازية كالهواء الجوى والغاز الادروجيني وبخار الماء وغاز الحمض الكربونيكي وهلم جزاً ويوجد عدة اجسام تنقل بزيادة الحرارة تارة من حالة الصلابة الى حالة السيولة وتارة من حالة السيولة الى الحالة الغازية وبتقصيص الحرارة تنتقل هذه الاجسام ثانياً من الحالة الغازية الى الحالة السائلة ومن السائلة الى الصلبة فن هنا تظهر لنا الحوادث المشهورة التي مستظهرها بانتخاب احد الجواهر النافعة للصناعة كالماء واخذ مثلاً لذلك

وإذا اخذنا كيلوغراما واحدا من الثلج فانه يتبع قانون جميع الاجسام الصلبة وامتدادها عند انتقاله بالدرجات العديدة التي تكون تحت درجات اعتدال الثلج الذائب و انتقال حرارة قياسي الثلج المختلفين في الحرارة يعمل على حسب قانون الاجسام الصلبة العام فلذلك اذا وضعنا معنا كيلوغرامين من البرد او الثلج احدهما في درجة ١٠ والاخر في درجة ٢٠ تحت الصفر واخذت الاحتراصات اللازمة بحيث تكون الحرارة واحدة في هذين الجسمين فان الـ كيلوغرامين بصيران مرتفعين الى ١٥ درجة من هذه الحرارة بحيث ان احدهما يكتسب حقيقة عددا من الدرجات بقدر ما يفقده الاخر

وكذلك اذا مزجنا كيلوغرامين من الماء انسابل احدهما مرتفع الى ١٠ درجات والاخر الى ٢٠ درجة فوق حرارة الماء المغلي فلمزوج بصير مرتفعا الى ١٥ درجة فوق الحرارة

وايضا اذا خلطنا كيلوغراما واحدا من البخار في ١٠ درجات مع كيلوغرام من البخار في ٢٠ درجة فوق حرارة الثلج الذائب فان المخلوط في مسافة مساوية لكمية المسافتين المشغولتين بـ كيلوغرام البخار يصعد الى ١٥ درجة من الحرارة

وإذا اردنا مزج كيلوغرام واحد من الثلج مع كيلوغرام واحد من الماء فلم يبق ثم لقانون الذي ذكرناه اثر ولاجل أن يحدث امتزاج الكيلوغرامين كيلوغرامين من الماء في حرارة الثلج الذائب يلزم ان يكون كـ كيلوغرام الثلج في صفر مع كيلوغرام الماء المرفوع الى ٧٥ درجة فوق الثلج الذائب

وبالجملة فلاجل ان الـ كيلوغرام من الثلج المرفوع الى درجة صفر يتقل الى كيلوغرام واحد من الماء المرفوع الى درجة صفر كذلك يلزم امتصاص ٧٥ جزء وهذه الكمية لم نعين بالترمومتر بالكلية وانما هي بالتخيل وتعلق بتكوين الماء واهذا تسمى حرارة محففة اعنى حرارة غير ظاهرة

وقد تحصل حادثة مثل هذه الحادثة اذا اخذنا كيلوغراما من البخار ومن جنائ

مع $\frac{1}{5}$ ٥ كيلوغرامات من الماء المرفوع الى درجة صفر فبناء على هذا يحدث الاختلاط بجملة تساوى $\frac{1}{6}$ ٦ كيلوغرامات مرفوعة الى حرارة ١٠٠ درجة اعنى مرفوعة الى درجة غليان الماء وجعله بخارا فعلى ذلك يوجد بين كيلوغرام واحد من الماء في درجة ١٠٠ من الحرارة و كيلوغرام من البخار المرفوع الى نفس هذه الحرارة فرق كافى من الحرارة (رفع $\frac{1}{5}$ ٥ كيلوغرامات من الماء في درجة صفر الى درجة ١٠٠) فلهذا يمكن ان يقال ان الكيلوغرام الواحد من بخار الماء يحتوى على ٦٥٠ جزءا اكثر من كيلوغرام الماء الذى يكون في درجة صفر من الحرارة وكذلك يقال ان الكيلوغرام الواحد من الماء المرفوع الى درجة صفر المشابه للثلج الذى يكون في درجة صفر ايضا يحتوى على ٧٥ جزءا زيادة ومعرفة هذه الكميات من الحرارة المنخفضة في الماء وفي البخار مهمة جدا لحساب نتيجة الآلات البخارية

وبعد ان بينا حوادث الحرارة التى يدل عليها الماء في احواله المختلفة من الصلابة والسيولة والغارية يلزم مقابلة الافعال المتشابهة الحاصلة من الحرارة على الاجسام الاخر فعلى ذلك اذا وضعنا كيلوغراما من الحديد أو من النحاس او من الزئبق مع كيلوغرام من الماء المرفوع الى درجة واحدة فان جزء الحرارة لا ينتقل من جوهر الى اخر واما اذا كانت الحرارة مختلفة فلا شك ان جزءا من الحرارة ينتقل من الجوهر الدال على اكبر حرارة في الترمومتر الى الاخر ولكن درجة الحرارة العامة التى توجد بين الجوهرين ليست الحد الوسط الحسابى للحرارتين مثل ما اذا كان ذلك في كيلوغرامين من الماء وبناء على ذلك لم تكن كمية الحرارة المظروفة في الجواهر المختلفة واحدة بل انه يمكن تقويم هذه الكميات بالصحة اذا اخذنا حد التشبيه كمية الحرارة اللازمة لرفع كيلوغرام من الماء السائل الى درجة واحدة وهذه الكمية تسمى بالماء المغلى ونرى ان هذه الجواهر المبينة في الجدول الاتى تتغير من درجة الحرارة الى بعض كسور يستدل عليها بالعدد الاتى وهو هذا

اسماء المؤلفين	حرارة نوعية نسبية	اسماء الجواهر
	١,٠٠٠٠	ماء عادة
كروان	٠,٩٠٠٠	نيلج
لاوازيه ولا بلاس	٠,٢٠٨٥	كبريت
لاوازيه ولا بلاس	٠,١١٠٠	حديد مدقوق
جراوفورد	٠,١١١١	نحاس
زقور	٠,١١٠٠	معدن المدافع
جراوفورد	٠,٠٩٤٣	نوتية
ولك	٠,١٠٢٠	
ولك	٠,٠٨٢٠	فضة
لاوازيه ولا بلاس	٠,٠٤٧٥	قزدير
جراوفورد	٠,٠٦٤٥	اتيمون (اي كل امنهاني)
ولك	٠,٠٥٠٠	ذهب
لاوازيه ولا بلاس	٠,٠٢٨٢	رصاص
لاوازيه ولا بلاس	٠,٠٢٩٠	زئبق
ولك	٠,٠٤٣٠	برنموت
جراوفورد	٠,٠٦٨٠	اكسيد اصفر من الرصاص
كروان	٠,٠٦٨٠	
جراوفورد	٠,١٣٦٩	اكسيد الزنك
جراوفورد	٠,٢٢٧٢	النحاس
لاوازيه ولا بلاس	٠,٢١٦٩	جيرجي
لاوازيه ولا بلاس	٠,١٩٢٩	زجاج من غير رصاص
لسلي	٠,٦٦١٤	حمض ملح البارود
	٠,٦٢٠٠	

تقله النوعي ١٢٩٨٩

للى	{ ٠,٣٤٠٠	١,٨٧٢ ر	حض الكبريت
لاوازية ولاپلاس	{ ٠,٣٣٤٦	١,٨٧٠ ر	
لاوازية ولاپلاس	٠,٦٠٣١	{	حض الكبريت ٤ اجزا ماء خمسة اجزا
جراوفورد	٠,٨٣٢٠		
		{	ملح طعام جزء واحد ماء خمسة اجزا
لاوازية ولاپلاس	٠,٨١٨٧		
		{	ملح البارود جزء واحد ماء ثمانية اجزا
للى	٠,٦٤٠٠		
للى	٠,٥٠٠٠		روح النبيذ مكرزى كؤل
قروان	٠,٥٢٨٠		زيت طيب
قروان	٠,٤٧٢٠		زيت بزر الكنان
جراوفورد	٠,٥٠٠٠		زيت الترماتينة
			زيت البالين

وزى فى هذا الجدول امام الحديد المطروق عدد ١١ ر وهذا مما يدل على ان كيلوغراما واحدا من هذا الحديد متى برد بدرجة واحدة قد كية كافية من الحرارة لرفع $\frac{1}{11}$ درجة وكيلوغراما من الماء وزى ايضا ان اذا اتقلنا من حرارة الى اخرى فان كيلوغراما واحدا من الماء يستدعى كمية كبيرة من الحرارة اكثر من كيلوغرام من الجواهر الاخر المذكورة فى الجدول المذكور

ويبين لنا هذا الجدول ايضا الحرارة التى يأخذها مخلوط اثنين من الجواهر التى توجد فيه مطلقا

واذا قمنا كل واحد من اعداد هذا الجدول على ٧٥ فيحصل معنا مثل الثلج الذى يمكن اذابه بكيلوغرام من هذه الجواهر بان يفقد درجة متينة من الحرارة وبذوبان الثلج تقاس على العموم الحرارة النوعية للاجسام بواسطة

آلة تسمى بالكالوريمتر ينسب اختراعها الى كل من مسيو لاوازير
ومسيو لابلان

والى هنا عرفنا كيفية توصيل الحرارة الى اى درجة وبقى علينا ان نبين
ما يتحصل وقت احداث نفس الحرارة اى الاحداث الذى يمكن حصوله
بالاحتكاك او بالاحتراق ولما كانت هذه الطريقة الاخيرة اقوى وهى التى
تستعمل فى الآلات التى يراد فيها استعمال الحرارة كالقوة المحركة فى هذا
الشأن لم تعرض للتفاصيل التى تنسب لتكميلها فيما يخص حادثة الاحتراق
الكلى وانما نكتفى بان نقول ان لهواء الجوى يكون مركبا من غازين
احدهما يسمى ازوت ولا يستعمل فى الاحتراق ويشغل فى ١٠٠
جزء ٧٩ جزأ والآخر يسمى بالاكسيجين ويشغل ٢١
جزأ ويكون لازما للاحتراق

كيلوغرام

ثم ان مترا واحدا من الهواير فى حرارة صفر ٢٩٨ راعى
كيلوغرام كيلوغرام

١,٠٢٦ من الازوت و ٠,٢٧٢ من الاوكسيجين فعلى ذلك يكون
الهواء اخف من الماء ٨٠٠ مرة تقريبا

وان الاحتراق الذى يستعمل فى الميكانيكا هو غم الارض أو غم حجرى
شمع الخشب والخشب نفسه ويمكن استعمال بعض جواهر أخرى وسنبين
الاصول منها المهمة كثيرا أو قليلا على حسب المنافع المتعلقة بأشئنا
وخواصها

وهذا جدول يشتمل على الحرارة الحاصلة باحتراق كيلوغرام واحد من
الجواهر المختلفة فنقول

ماده	کیلوگرام من التی الذائب	المترقات
۲۲۱۲۵	۲۹۵	غازالادروچین الصافی
۱۰۰۸۰	۱۳۴	زیت طیب علی حسب رای لاپلاس ۱۱۱۱۶ شرحہ علی رای رنقورد ۹۰۴۴
۹۳۰۷	۱۲۴	زیت سلیم مصفی
۹۹۹۰	۱۳۳	شمع ایض علی قول المذکورین ۱۰۵۰۰ ۰۹۴۷۹
۷۷۷۷	۱۰۴	شمع دهن لعل الشمع { ۷۱۸۶ } { ۸۳۶۹ }
۷۵۰۰	۱۰۰	فوسفور
۷۳۳۸	۹۸	نقط وزن خاص ۸۲۹ و ۰ فی ۱۳۳
۸۰۴۰	۱۰۷	اترکبریتک ۷۲۸ و ۰ فی ۲۰ درجہ
۷۰۵۰	۹۴	غص الخشب
۷۰۵۰	۹۴	کولہ نقی
۶۳۴۵	۸۴٫۶	کولہ فیہ ۱ و ۰ من الرماد
۷۰۵۰	۹۴	غص حجر اول درجہ فیہ ۰٫۰۲ و ۰ من الرماد
۶۳۴۵	۸۴٫۶	شرحہ ثانی درجہ فیہ ۱ و ۰
۵۹۳۲	۷۶٫۱	شرحہ ثالث درجہ فیہ ۲ و ۰ من الرماد
۳۶۶۶	۴۸٫۸۸	خشب ناشف مطلق
۲۹۴۵	۳۸٫۴۱	خشب فیہ ۲ و ۰ من الماء
۲۰۰۰	۲۶٫۶۶	قورب طیب
۱۱۲۵	۱۵	قورب ردی
۶۱۹۵	۸۲	کولہ فی ۴۲ درجہ
۵۲۶۱	۷۰	شرحہ فی ۳۳ درجہ

ولنذكر أنه يمكن بواسطة ٦٥٠ ترم تصاعد كيلوغرام واحد من الماء الى درجة صفر وبناء على ذلك لاجل تصاعد ١٠٠٠ كيلوغرام من الماء الى صفر يلزم له كميات الاحتراق المعينة في الجدول الآتي الذي يشتمل على ثقل البضار الذي يمكن احداثه مع كيلوغرام واحد من الوقود وعلى قدر ١٠٠٠ كيلوغرام من البضار الناتج من الاحتراقات المختلفة بيان كمية الوقود الضرورية لتساعد ١٠٠٠ كيلوغرام من الماء الى حرارة التبخير الذاتي

احتراق واحد كيلوغرام	بضار حاصل بواحد كيلوغرام من الاحتراق	كيلوغرام من الاحتراق لاجل ١٠٠ كيلوغرام من البضار
خشب	٠٠٧,٠٥٠	١٤١, ١٨ كيلوغرام
كولانتي	٠٠٧,٠٥٠	١٤١, ١٨
كولانتيه ا. ١ من الرماد	٠٠٦,٣٤٥	١٥٧, ٧٥
خشب مجرى من اول درجة فيه	٠٠٧,٠٥٠	١٤١, ١٨
٠٠٢ من الرماد	٠٠٦,٣٤٥	١٥٧, ٧٥
خشب مجرى فيه ا. ١ من الرماد	٠٠٥, ٩٣٢	١٦٨, ٥٧
خشب مجرى فيه ٠٢ من الرماد	٠٠٣, ٦٦٦	٢٧٢, ٩٤
خشب ناشف جدا من جميع الانواع	٠٠٢, ٩٤٥	٣٣٩, ٥٥
خشب يحتوي على ٠٢ من الماء	٠٠٢, ٠٠٠	٥٠٠, ٠٠
قوب طيب	٠٠١, ١٢٥	٨٨٨, ٨٨
قوب ردي	٠٠٦, ١٩٥	١٦١, ٤٢
روح عرق في درجة ٤٢	٠٠٥, ٢٦١	١٩٠, ٠٧
روح عرق في درجة ٣٣		

وتبين لنا هذه الجداول فائدة استعمال فحم الارض ولوفى المحلات التي يكون فيها غالبا بسبب النقلة

ويصنع حريق الفحم باحتراق هذا الجوهر المسمى بالكاربون الذي يقوّل الى غاز الحمض اسكاربونيك CO_2 متصا او كسجين الهواء الجوي فيدخل ثقل الفحم في الغاز كنسبة ٢.٧٤ ميليم و ثقل الاوكسجين كنسبة ٧.٢٦ ميليم

ولتزد على ذلك ان ثقل متر مكعب من غاز حمض الكاربونيك على الحرارة المتوسطة من الهواء الجوي وبضغط بارومترية قدرها ٧٦ سم ميليم كيلوغرام

يكون ١.٩٧٢

فينتج من ذلك ان كيلوغراما واحدا من الفحم يستدعي لكي يحترق بالكلية كيلوغرام

٢.٧٦ من الاوكسجين الذي يوجد في كمية من الهواء الذي يزن ١٢.٦١ متر مكعب

ويشغل ٩.٧٠١ فهذا العدد المذكور لما يكون في حرارة صفرية تكون عنها ١٠ أمتار مكعبة في حرارة $\frac{1}{10}$ درجات

وفي حوادث الحريق المعتادة مثل ما يحصل في وسط الافران يوجد كمية من الهواء تفوق بكثير الكمية التي يطلبها التحليل الكامل يلزم لها المرور على الفحم والتجهايز العظيمة تحتاج لكمية من الهواء ضعف الكمية التي تكفي للاحتراق مع الشدة فذلك يلزم في التجهايز الكاملة كاللداخن بالاقل ٢٠ مترا مكعبا من الهواء لاحتراق كيلوغرام واحد من الفحم وهذه الفروض تكون نافعة جدا في اردنا تحديد سعة المستودعات والافران والمدخن بل وتستعمل قاعدة الحسابات الآتية

كيلوغرام

غاز الحمض الكاربونيك المتر المكعب يزن ١.٩٧٢

كل كيلوغرام يحتوي على اوكسجين ٠,٧٢٦
 لحم ١٠,٢٧٤
 والكيلوغرام الواحد من اللحم يفتح اذا حرق $\frac{1}{2} \text{ متر مكعب من حمض}$
 الكاربونيكى = ١ كيلوغرام

كيلوغرام

٢,٦٥٠

وزن الاوكسجين

٩,٩٩٦

وزن لاوزت المنسوب لهذا الاوكسجين

وزن مساوى للوزن المذكور اعلاه من الاوكسجين

كيلوغرام

١٢,٦٤٦

ومن الازوت الذى يدل على الهواء العير المحلل

الذى يميز فى القرن

٢٦,٢٩٢

وزن اللحم الكلى من الاوكسجين ومن الازوت

اجسام

متر مكعب

١,٨٥٠

غاز حمض الكاربونيك

٧,٠٦٩

حجم الازوت والهواء المحلل

متر مكعب

٩,٩٢٥

حجم الهواء الفير محلل

٩,٤٦٥

حجم كلى بعد الاحتراق

وقد رأينا انه يلزم بالاقبل لحرق كيلوغرام واحد من اللحم استعمال ٢٠

متر

متر مكعب من الهواء الجوى الذى يشاعنه على العموم ١٩,٤٦٥

كيلوغرام

من الدخان الذى يزن ٢٦,٢٩٢ ويزن المتر المكعب من الدخان الحاصل

كيلوغرام

بهذه العملية ١٣٥٠ بخلاف المتر المكعب من الهواء الجوى فانه يزن

كيلوغرام

٢٩٨ ر ١ فلذا ترى الدخان المرتفع على حرارة صفر مثل الهواء الجوى

ينزل عوضا عن كونه يصعد ويرتفع

ويزيد حجم الغاز في نسبة $\frac{1}{27}$ لكل درجة من الحرارة وحينئذ يسأل
ويقال ما عدد الدرجات اللازم لكي يكون للدخان ثقل خاص مثل الهواء
الجوى فالجواب اتانجد بنسبة بسيطة انه $\frac{1}{27}$ في رفع حرارة الدخان الى
درجة ٢٧ ر ١ فوق حرارة الهواء الجوى وهذا الفرق يستعمل فقط لوضع
الدخان في المعادلة مع الهواء الجوى من غير أن يصعد او ينزل فعلى ذلك يلزم
اكتساب هذا الفرق وكل جسم من الحرارة التي تفوق هذه الحرارة يستعمل
لجعل الدخان خفيفا جدا وبالجمل لكى تصعده في الانبوبة بقوة محرك مفروضة
عن فرق الانتقال النوعية للهواء والدخان

وقد اردنا أن نحدد بالحساب سرعة الدخان في أنابيب المدخنة من غير أن نهتم
في ذلك سوى فرق ضغط الهواء الجوى في أطراف المدخنة وبذلك لم نصل الا
الى نتائج بعيدة عن الحقيقة جدا

ونبدي نصائح لمن أراد معرفة هذا مع الدقة بان يستعمل عدة تجارب
مستقيمة لقياس سرعة حركة الدخان الصاعدة بواسطة آلة صغيرة تسمى
انيمومتر توضع في انبوبة المدخنة وبواسطة آلة اخرى توضع في رأس
هذه الانبوبة

ولنلاحظ ان الهواء الجوى الغير الملل الذي يختلط بمروره مع الدخان يلطف
صعوده ويسهله

وفي الآلات البخارية يستعمل الخشب والتورب وغم الارض فاذا
استعمل الخشب فيلزم أن يكون ناشفا جدا واذا صار غما فيكون استعماله

انفع ولم ينشأ عنه دخان يقص قوة الاحتراق وفي الفحم الجري المكر بن منفعة
مثل هذه

واما اذا كانت الحرارة في سائل فان أجزاء الطبقة السائلة المتصلة بالجدران
الذي يفصلها عن النار هي التي تمتد اولا ويقل ثقلها النوعي بهذه النتيجة
وتصعد جهة سطح السائل ثم تعقبها الطبقة الثانية وتصعد بنفس هذه الطريقة
الى كرات صغيرة لا ترى عند ما تنضج هذه الكرات الصغيرة وهذه كيفية انتشار
الحرارة في السوائل وبقطع النظر عن الحركة انضغية التي ذكرناها يكون هناك
اتصال مباشرة بين حرارة طبقة واخرى ولكن هذا الاتصال قليل فلذا اظهر لنا
بالجربة انه من المفيد تسخين جلة من السائل لنفوذ الحرارة من الجزء الاسفل
ومن المفيد ايضا تميزها عن الجزء الاعلا وبناء على ذلك يلزم تسخين جلة الماء
اللازم لاستعمال الآلات البخارية ان الحرارة تؤثر اولا في قعر القازانات
وكما كان سطح القعر المتصل بالحرارة نخبنا كلما كان التسخين سريعا وبالجملة
يحصل التصاعد وان لم يكن هناك مانع فاعظم القازانات هي التي يكون قعرها
اعظم من ارتفاعها

وبقي كانت الحرارة كبيرة جدا بان لم يقصر على الدخول في الطبقة الغلا فقط
بل انها تدخل ايضا الطبقة العليا فان جزيات ماء الطبقة السفلى تستحيل الى
تقايع بخارية ويزداد حجمها كلما قربت هذه التقايع من سطح السائل
و بمجرد ما يشرع الغليان في سائل ما فان الحرارة تتقف فيه وكذلك الحرارة
الظاهرة الداخلة فيه تستعمل في تصعيد جزء عظيم منه وهذه الحرارة التي
امتصها السائل لكي يصير بخارا تكون جسيمة جدا مع ان البخار المتكون منها
بلا واسطة لا يحدث ارتفاعا كبيرا من الحرارة مثل السائل المحدث له ويسهل
معرفة ذلك بواسطة الترمومتر الداخلة بالتعاقب في السائل وفي البخار معا
وقد اظهر لنا بالتجربة انه يلزم ٦٥٠ جزءا من الحرارة او من الماء الحار
لتصاعد كيلو غرام واحد من الماء الى درجة صفر
وقد يمنع الضغط الجوي تصاعد السوائل وكما كان الضغط كثيرا كلما زادت

حرارة لاستحالة الماء بخارا فلذا ان هذا الماء في عمق المعادن لا يستحيل
بخارا الا بحرارة تزيد على ١٠٠ درجة واما في الجبال الشاهقة فيستحيل
بخارا بحرارة اقل من ١٠٠ درجة

ثم ان الغازات والسوائل المماثلة للهواء تسخن مثل السوائل بان يتكون عنها
مقايع خاصة تصعد ومقايع باردة تنزل محلها ويكون اتصال الحرارة المستقيم
كبيرا بين اجزاء الغازات اكثر منه بين اجزاء السوائل
ومتى قابلنا كميات الحرارة اللازمة لرفع الماء والغازات الاخر من درجة واحدة
من الحرارة فالتا نضع لبيان ذلك الجدول الآتي فنقول

حرارة خاصة	ماء
١٠٠٠٠٠	بخار الماء
٨٤٧٠١	هوى جوى
٢٦٦٩	غاز اذروجينى
٢٩٣٦	حمض الكاربونيك
٢٤١٠١	او كسيجين
٢٣٦٩	ازوت
٢٧٥٤	او كسيد الازوت
٢٣٦٩	غاز اولفيان
٤٢٠٧	او كسيد الفهم
٢٨٨٤	

ومتى سخنات الغازات فتمدد بالنسبة لارتفاع حرارتها وتزيد في الحجم بالنسبة
لكل درجة من الحرارة بالضغط المستمر ١ مقسوما على ٢٦٦,٦٧
او ٠٠٣٧٥ من مجموعها على حرارة صفر

والى مسيو جلوسالك ينسب بيان هذه الخاصة العظيمة المتعلقة بالسوائل
المرتبة بين ٠ و ١٠٠ درجة ووسع بعد ذلك مسيو لوبيق وديلونج
فوصل الى اعتدالات كبيرة جدا

ويرى من التجربة كون الزمن الضروري لتحويل جلة من الماء البارد الى بخار
يكون اكثر من الزمن اللازم لتوصيل هذا الماء الى الغليان خمس مرات
او ستة

وان المتر المكعب من الماء المفروض في اعلا درجة من السخونة اعنى الى
درجات

٣,٨٩ قريبا محولا الى بخار بضغط ٧٣ ستيتم من الزيت يشغل مسافة
متر مكعب

١٦٩٦,٤

وعلى مقتضى هذا التعبير نرى ان مترا مكعبا من البخار بضغط ٧٦ ستيتم
على حرارة الماء المغلي وزن ١,٠٠٠ كيلوغرام مقسوما على عدد
١,٦٩٦,٤ او ٥٨٩ غراما

درجة

وعلى مقتضى تجربة مسيو جلوسالك يحدث الماء البارد المرفوع الى ١٩,٥٩
ميليمتر

تحت صفر في الفراغ بخار يوازن عامودا من الزيت فوق ١,٣٥٣ على اعتدال
ميليمتر

الثلج الذائب ويوازن البخار عامودا من الزيت فوق على ٥,٠٥٩ وهذا حد
كمية البخار الذي يمكن تكويته في الفراغ الحاصل فوق كمية مطلقة من الماء على
حرارة الثلج الذائب فعلى ذلك يوجد نسبة ضرورية بين زيادة البخار واعتداله
وحتى شغلنا بطريقة مطلقة مسافة عظيمة من الفراغ بكمية معلومة من البخار
يصير باردا بنفسه

واذا وضعنا مع البخار جسما صلبا او مائعا ابرد منه فان هذا الجسم يميل
للسخونة

ومنى ادخلنا بخارا جديدا في مسافة محددة فان حرارة هذا البخار ترتفع ويزداد
البخار الى حدود معلومة واذا تجاوز هذا الحد فان جزءا من هذا البخار يستحيل

الى سايل وتبقى شدته بعينها

ومنى وضعنا البخار مع جسم اقل حرارة منه فان هذا البخار يصل الى اعلا درجة من الزيادة بقدر الحرارة ويبرد بنفسه ويتحول جزؤه الى سايل حتى يأخذ البخار الباقي شدة الناشئة عن الحرارة الجديدة

وسنيز النتائج العظيمة التي جعلها الطبيعيون الذين عملوا عدة تجارب في قوة البخار بدرجات مختلفة من الحرارة وفي درجة الحرارة اللازمة لاجداث هذه القوة

وقد عمل في انكلترا وفي فرنسا كل من وات وسوترن وداليطن وبتانكورت وجوسالك ودولواج ولوبي وكليمان ودوزورم وكستيان عدة تجارب على قوة البخار المختلف الحرارة وتدل تجارب مسيو سوترن وكليمان ودوزورم وكستيان على مطابقة شهيرة بينها هذا الجدول الاتي فتقول

درجات الترمومتر المواقعة لهذه الضغوط			
كليمان ودوزورم	سوترن	ضغوطات معبر عنها بالضغوطات الهوائية	كستيان
درجات	درجات	درجات	درجات
١٠٠	١٠٠	١	١٠٠
١٢٤	١٢١ ٥٥	٢	١٢٤
١٤٤ ٨٢	١٤٤ ٩٥	٤	١٤٤ ٨٢
١٦٧ ٥٠	١٧٢ ١٣	٨	١٦٧ ٥٠

وقد اثبتوا صحة قول ماريوت بالنسبة للانضغاطات المتوسطة وهوان تسخين بخار الماء المضغوط يكون مناسباً للضغوطات التي يحملها هذا البخار وبالجملة فتدبركون الحجم مخالفاً بالكلية لهذه الضغوطات اذا فرضنا ان الحرارة واحدة

وعلى حسب تجارب مسيو جوسالك في صحيفة ٣٧٢ و ٣٧٣

كلما ذكرنا البخار يزيد حجمه بقدر $\frac{1}{47777}$ لكل درجة من الارتفاع عند ما زادت حرارته ويقتص في هذه النسبة لكل درجة من انخفاض الترمومتر المثبته يلزم عمل حساب الجدول الآتي

قياس الضغوط					حجم ١٠٠٠ كيلو غرام من البخار	
في درجات الترمومتر	في الجوف	في ارتفاعات البارومتر		في المائة درجة	في الحرارة الموائغة لفظة	في درجات الترمومتر
		بالزئبق	بالماء			
درجة	درجات	سليمتر	امتار	متر مكعب	متر مكعب	درجة
١٨٢ ٠٠	١٠	٠٠٧٦٠	١٠٣,٣٦	٠٠١٧٠,٠٠	٠٠٢٠٧,٩٨	١٨٢ ٠٠
١٧٧ ٤٠	٠٩	٠٠٦٨٤٠	٩٣,٠٢	٠٠١٨٨,٨٩	٠٠٢٢٨,٧٢	١٧٧ ٤٠
١٧٢ ١٣	٠٨	٠٠٦٠٨٠	٨٢,٦٨	٠٠٢١٢,٥٠	٠٠٢٥٤,٢٧	١٧٢ ١٣
١٦٦ ٤٢	٠٧	٠٠٥٣٢٠	٧٢,٣٥	٠٠٢٤٢,٨٥	٠٠٢٨٦,٧٠	١٦٦ ٤٢
١٦٠ ٠٠	٠٦	٠٠٤٥٦٠	٦٢,٠١	٠٠٢٨٢,٣٣	٠٠٣٢٩,٦٥	١٦٠ ٠٠
١٥٦ ٧٠	٠٥	٠٠٤١٨٠	٦٦,٨٥	٠٠٣٠٩,١٠	٠٠٣٥٦,٨٦	١٥٦ ٧٠
١٥٣ ٣٠	٠٥	٠٠٣٨٠٠	٥١,٦٨	٠٠٣٤٠,٠٠	٠٠٣٨٩,٣٨	١٥٣ ٣٠
١٤٩ ١٥	٠٥	٠٠٣٤٢٠	٤٦,٥٢	٠٠٣٧٧,٧٧	٠٠٤٢٨,٣٦	١٤٩ ١٥
١٤٤ ٩٥	٠٤	٠٠٣٠٤٠	٤١,٣٤	٠٠٤٢٥,٠٠	٠٠٤٧٧,٠٥	١٤٤ ٩٥
١٤٠ ٣٥	٠٣	٠٠٢٦٦٠	٣٦,١٨	٠٠٤٨٥,٧٠	٠٠٥٢٩,١٠	١٤٠ ٣٥
١٣٥ ٠٠	٠٣	٠٠٢٢٨٠	٣١,٠٠	٠٠٥٦٦,٧٠	٠٠٦٢٠,٧٤	١٣٥ ٠٠
١٣٢ ١٥	٠٢	٠٠٢٠٢	٢٨,٤٢	٠٠٦١٨,٢٠	٠٠٦٧٢,٣٦	١٣٢ ١٥
١٢٨ ٨٥	٠٢	٠٠١٩٠٠	٢٥,٨٤	٠٠٦٨٠,٠٠	٠٠٧٣٣,٤٥	١٢٨ ٨٥
١٢٥ ٥٠	٠٢	٠٠١٧١٠	٢٣,٢٦	٠٠٧٥٥,٥٠	٠٠٨٠٨,٠٠	١٢٥ ٥٠
١٢١ ٥٥	٠٢	٠٠١٥٢٠	٢٠,٦٧	٠٠٨٥٠,٠٠	٠٠٨٩٩,٩١	١٢١ ٥٥
١١٧ ١٠	٠١	٠٠١٢٢٠	١٨,٠٩	٠٠٩٧١,٤٠	٠١٠١٦,٦٦	١١٧ ١٠
١١٢ ٤٠	٠١	٠٠١١٤٠	١٥,٥١	٠١١٢٣,٢٠	٠١١٧,٥٩	١١٢ ٤٠
١٠٦ ٦٠	٠١	٠٠٠٩٥٠	١٢,٩٣	٠١٣٥٩,٩٠	٠١٣٨٤,٣٦	١٠٦ ٦٠
١٠٠ ٠٠	٠٠	٠٠٠٧٦٠	١٠,٣٤	٠١٧٠٠,٠٠	٠١٧٠٠,٠٠	١٠٠ ٠٠
٩٢ ٠٠	٠٠	٠٠٠٥٧٠	٧,٧٦	٠٢٢٦٦,٦٠	٠٢٢١٧,٢٠	٩٢ ٠٠

٠٢٢٢٩,٣٦	٠٠٣٤٠,٠٠	٠٠٥,١٨	٠٠٣٨٠	٠ ٠٠٥٠	٠ ٨٢ ٠٠
٠٦١٩٨,٣٨	٠٠٦٨٠,٠٠	٠٠٢,٦٠	٠٠١٩٠	٠ ٠٠٢٥	٠ ٦٦ ٠٠
١١٨٠١,٠٠	٠١٣٦٠,٠٠	٠٠١,٣٠	٠٠٠٩٥	٠ ٠١٣٥	٠ ٥١ ٤٥
١٩٩١٧,٥٠	٠٢٧٢٠,٠٠	٠٠٠,٦٥	٤٧,٠٥	٠ ٠٦٢٥	٠ ٣٨ ٠٠
٩١٧٣٥,٦٠	١٢٠٦٧,٠٠	٠٠١٤٥٦	١٠,٧١	٠ ٠١٤١	٠ ١٢ ٠٠

وأول من عرف منفعة استعمال قوة البخار مسيو واط لكن ليس بمجرّد ضغط البخار فقط بل بضغط $\frac{1}{8} \frac{1}{4} \frac{1}{3} \frac{1}{2}$ من الضغوطات الجوية بأن يؤثر بقوته الطبيعية فإذا قابلنا على مقتضى تجاربه نتيجة كمية ثابتة من البخار إلى ١٠٠ درجة أى ضغطه جوية من هذا البخار الذى يمتد طبعه فأتانا نجد لامتداد هذا العدد أعنى

$$\frac{1}{8} \frac{1}{4} \frac{1}{3} \frac{1}{2} \frac{5}{6} \frac{7}{8} \text{ نتيجة } ١ \quad ٢,٧ \quad ٢,١ \quad ٢,٤ \quad ٢,٦ \quad ٢,٨ \quad ٣ \quad ٣,٢$$

وإذا ضربنا حجم البخار الناشئ عن كل حرارة فى الضغطة التى يحملها هذا الحجم فنتج معنا الثقل الذى يمكن أن يكون مرتفعاً إلى متر واحد وإذا ابتدأنا بقاعدة واط على القوة الحاصلة مدة امتداد البخار فأتانا بحسب بعد ذلك الثقل الذى يرفعه البخار وقت امتداده وعلى موجب هذه القواعد صنع مسيو كليمان الجدول الآتى الذى طبعه على ورقة واحدة مع الجدول المتقدم وهو هذا

قوة ميكانيكية

اللزامة	يكون واحد	اللزامة	اللزامة	الجو
لكيلوغرام من القعم الذي ينشأ عنه بالاحتراق ٧٠٠٠ قزم	كيلوغرام من البخار مستقلا على ٦٥٠ قزم	لا متمد ضغط ٧١ درجة من الحق من ١٢ درجة من الحرارة	لتخصيل واحد كيلوغرام من البخار	
تحت دينام	تحت دينام	تحت دينام	تحت دينام	
١٣٨٤,١٩	١٢٧,٦٢	١٠٦,١٢	٠٢١,٥٠	١٠
١٣٥٦,٦٣	١٤٥,٠٨	١٠٣,٨٠	٠٢١,٢٨	٩
١٣٢٤,٨١	١٢٢,١٦	١٠١,١٢	٠٢١,٠٤	٨
١٢٩١,٧٧	١١٩,١٠	٠٩٨,٣٤	٠٢٠,٧٦	٧
١٢٥٣,٣٧	١١٥,٥٦	٠٩٥,١١	٠٢٠,٤٥	٦
١٢٢٢,١٣	١١٣,٦٠	٠٩٣,٣١	٠٢٠,٢٩	٥ ٥٠
١٢٠٩,١٣	١١١,٤٨	٠٩١,٣٥	٠٢٠,١٣	٥
١١٨٤,٠٧	١٠٩,١٧	٠٨٩,٢٤	٠١٩,٩٣	٤ ٥٠
١١٥٨,٢٩	١٠٦,٧٠	٠٨٦,٩٧	٠١٩,٧٣	٤
١١٢٦,٤٩	١٠٣,٨٦	٠٨٤,٣٥	٠١٩,٥١	٣ ٥٠
١٠٩١,٧٧	١٠٠,٦٦	٠٨١,٤١	٠١٩,٢٥	٣
١٠٧٢,٥٧	٠٩٨,٨٨	٠٧٩,٧٧	٠١٩,١١	٢ ٧٥
١١٥١,٣٣	٠٩٦,٩٣	٠٧٧,٩٧	٠١٨,٩٦	٢ ٥٠
١٠٢٨,٢٣	٠٩٤,٨٢	٠٧٦,٠٢	٠١٨,٨٠	٢ ٢٥
١٠٠٢,٥١	٠٩٢,٤٣	٠٧٣,٨٢	٠١٨,٦١	٢
٠٩٧٣,٦٥	٠٨٩,٧٧	٠٧١,٧٨	٠١٨,٣٩	١ ٧٥
٠٩٤٢,٢٠	٠٨٦,٨٧	٠٦٨,٧٠	٠١٨,١٧	١ ٥٠
٠٩٠٤,٣٥	٠٨٣,٣٨	٠٦٥,٤٩	٠١٧,٨٩	١ ٢٥
٠٨٥٩,٣٥	٠٧٩,٢٣	٠٦١,٦٥	٠١٧,٥٨	١
٠٨٠٢,٩٥	٠٧٤,٠٣	٠٥٦,٨٤	٠١٧,١٩	٠ ٧٥
٠٧٢٦,٨٠	٠٦٧,٠١	٠٥٠,٣٠	٠١٦,٧١	٠ ٥٠
٠٦٠٢,٣٠	٠٥٥,٥٣	٠٣٩,٥٨	٠١٥,٩٥	٠ ٢٥

٠٤٨٤,٣٨	٠٤٤,٦٥	٠٢٩,٤٠	٠١٥,٢٥	٠ ١٢٥
٠٣٧١,٦٠	٠٢٤,٢٦	٠١٩,٦٥	٠١٤,٦١	٠ ٠٦٢٥
٠١٤٥,٢٣	٠١٣,٣٩	٠٠٠,٠٠	٠١٣,٣٩	٠ ٠١٤١

وربما خطأ الانسان واعترا اذا تفكر في كونه يحصل مقدارا يقرب من النتيجة
 النافعة الناشئة عن الآلات البخارية بواسطة الجداول المذكورة
 في صهيقي ٣٧٦ و ٣٧٨ حيث انهما يعطيان قوة عظيمة تفوق على
 حقيقة الاشياء وتتجاوز الحدود في المبالغة واما على مقتضى الجدول المذكور
 آنفا فانا اذا اردنا حساب الوقود المنصرف والنتيجة الناشئة عن آلة البخار
 المتحركة بضغطة وربع من الضغوط الجوية وتكون قوتها مساوية لقوة
 عشرة خيول وتحدث على مذهب واط في اربعة وعشرين ساعة قوة
 ٧٣ دينا ما فانا نجد ان كمية الوقود المنصرف في اربعة وعشرين ساعة
 مساوية الى ١١٠٠ كيلو غرام

وكل كيلو غرام من الفحم يعطى ٧٠٥٠ حرما مقسومة على ٦٥٠ اللازمة
 كيلو غرام

لتحصيل كيلو غرام من البخار وهذا العدد يعطى ١٠٩٤ من البخار وهذا العدد
 الاخير اذا شرب في ١١٠٠ يعطى لنا ١٢٠٣٤ كيلو غراما من البخار
 ونتيجة الف كيلو غرام من البخار على ضغطة جوية وربع تعطى لنا القوة المعبر
 عنها بهذا العدد ١٧,٨٩ دينا ما فيلزم حينئذ ضرب هذا العدد في ١٢٠٣٤
 الذي يكون حاصله ٢١٥,٢٩ دينا ما بخلاف القوة الحقيقية فانها لم تكن
 الا ٧٣ دينا ما فهذه الطريقة يفقد ثلثا القوة كما ظهر بالنظر في حركة
 الآلات متلا فوضا عن ١٢٠٣٤ كيلو غراما الحاصلة من البخار
 لم تحدث آلة القرب وآلة القازان التي ابتدعها واط سوى ٥٨٠٠
 اعني اقل من نصف الحرارة باحتراق الفحم وما بقي من فقد القوة فهو الاسطوانة
 بالتسخين مع الماء البارد وبإخراج البخار من المكبس وبطلموبات
 الخدمة المستعملة في استخراج الماء البارد والهواء اللذين يخرجان من البرودة

بواسطة الاحتكاك وغيرها

فأذن يلزم اعتبار المبدأ الأول المتقدم بأنها صالحة بالنظر لذاتها في كونها تبين لنا ان نتيجة الحرارة وقوتها تكون قابلة للاحداث وينشأ منها تشبيهات قابلة لان تبين لنا في العملية أى درجة تقرب الانسان من النتائج العقلية
فأذا اعتبرنا طرق استعمال قوة البخار المختلفة على العموم فالتأثيرى أولا انه يمكن استعمالها بضغط هين بمجرد القوة التى تحدث البخار الى ١٠٠ درجة بدون امتداد ولا تسخين ومتى تركنا بعد ذلك الامتداد يحدث قوته فالتأثيرى بزيادة قوة جديدة على القوة الاولى كما ذكره واط وعلى حسب النسب التى بينها

ومتى احداثنا البخار على ضغط يفوق ضغط الجو البسيط فانه يمكن الاكساب من قوة البخار بدون تسخين بأن نفقد البخار الحاصل فى كل مرة ثم يمكن منعه من الخروج الى ان يمتد لضغط الجو واذا سخنا هذا البخار فيمكن ان نضيف شيأ الى هذه النتيجة وبالجملة يمكن ازدياد هذه النتيجة النافعة بأن ندفع الارتفاع تحت الضغطة الجوية وينشأ عن هذه التراكيب المختلفة التى كل واحدة منها تزيد على النتيجة الكلية نتيجةها الخاصة عدة تراكيب آلات مختلفة وسنبين فى الدرس الثالث عشر انه يمكن على مقتضى تجربة واط العمل بضغطة هينة بل وبضغطة تبلغ ضغطة هوائية ونصفان تكسب مرة واحدة من الامتداد والتسخين وسنتكلم فى الدرس الرابع عشر على التراكيب التى تحصل فيما يسمى بالضغطات المتوسطة وتبلغ أربعة أو خمسة من الضغطات الجوية التى تستعمل فى الآلات ذات الضغطات الكبيرة التى تشتغل بعدد كبير من الضغطات الجوية

ثم ان مسيو كرتيان عمل على تحصيل البخار عدة تجارب سنتكلم عليها بالتوالى فاستعمل فازانا مسبوكا كثيرا جدا مغلقا مغلقا محكما بغطاء من مادته يدور على اطرافه مع اطراف القازان ومثبت عليه مع الصلابة بعدة مسامير وعمل هذا المعلم جميع الاحتراسات اللازمة بحيث يكون غلق هذا الغطاء محكما ويدخل الترمومتر المئوى فى داخل القازان بعلمة مسدودة بكتان سدا

محكما ملتصقة بالغطاء مع غاية الدقة والضبط وترتفع الانبوبة القصيرة التي
تجري مع غطاء قناة تلك العلبة في وسط هذا الغطاء وفي تلك الانبوبة زمام
وضع عليه الواح منتظمة من نحاس فيها عدة منافذ مختلفة الاشكال والابعاد
وهناك اسطوانة صغيرة صلبة من نحاس معلقة في طرف قضيب رفيع جدا
من نحاس مثبتة على رافعة التوازن تسج على وجه الماء وبها يعرف ميزان
الماء في القازان وبها يعرف ايضا كمية الماء المتصاعد وهناك كيس صغير
من المعدن يدخل فيه الجسم العوام في داخل القازان ويسكنه قهرامع
وجودار تجابات الغليان وهناك انبوبة اخرى تنفخ قريبا من قعر القازان
وتشق الغطاء المتصلة هي به بزمام له لولب محكم ونشترك مع جسم
الطلوبية الكابسة المعينة لتأدية الماء للقازان ويكون جميع سطح القازان
الداخلي مساويا ٢٦٤٠ سنتيمترات مربعة ثم ان ١٠ لترات ماء
التي هي عادة تشحن القازان تكون متحدة مع سطح القازان الداخلي
سنتيمتر مربع

المساوي ٨٢، ٨٩٣، ١ ويكون المستوفد كبيرا بحيث يحمل القازان
بابعاده وموضوعا بشرط ان الالتباب يحيط بالقازان قبل ان يمر بالدخنة
ويكون جر الكافون متقنا بحيث يمكن تلطيفه مهما أراد الانسان مع غاية
الراحة ولولا الماء لاجر قعر القازان جدا من النار التي تحته وقت التجارب
ومتي كانت النار مرفوعة بكثرة على قدر الامكان فان قصبة الصفح المكونة
لقاعدة القازان تكون جراء على الدوام في ارتفاع نحو اربع دسيمترات
القسم الاول من التجارب في تحديد حصول البخار وخروجه من عدة
منافذ بواسطة النار القوية التي يمكن جعلها في الكافون وحفظها على هذه
الدرجة والاعتماد او يكون ارتفاع البارومتر ٧٦٥ ميليمترا او لا يكون
للقصبة الاولى المثلثة ١٢ ميليمترا من الطول على ٣ من العرض وينتج
من الاثنى عشرة تجربة ان حرارة الماء والبخار تكون باقية في القازان
على $\frac{1}{100}$ درجة وبواسطة الحرارة المستعملة يتصاعد اللتر

من الماء أو كيلوغرام واحد من الماء في ٣ دقائق
(ثانيا) يكون للفتحة المستديرة القائمة الزوايا ٦ ميليمترات من الطول على ٣
من العرض ونهاية الحرارة في القازان ١١٥ درجة ويتصاعد لتر الماء
في ٣ دقائق

(ثالثا) يكون للفتحة القائمة الزوايا ٣ ميليمترات من الطول على ٣
من العرض ونهاية حرارة الماء في القازان ١٣٨ درجة فيتصاعد لتر
الماء في ٣ دقائق

(رابعا) الفتحة المستديرة التي قطرها ٢٥ ميليمتر تكون نهاية حرارتها
١٠٠ درجة ويتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق
(خامسا) الفتحة المستديرة التي قطرها $\frac{1}{4}$ ١٢ ميليمتر تكون حرارتها
في القازان على ١٠١ درجة يتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق
ميليمتر

(سادسا) الفتحة المستديرة التي يكون قطرها ٦,٢٥ ونهاية حرارتها
في القازان ١١٢ درجة يتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق
(سابعا) متى نزع غطاء القازان فتكون الحرارة ١٠٠ درجة ويتصاعد
٩ لترات من الماء في $\frac{1}{4}$ ٢٧ دقيقة

فينتج من القسم الاول من التجارب ان تحصيل البخار يستدعي نفس هذه
الكمية من الحريق مهما كانت درجة الحرارة التي بها يصل هذا البخار
وتبين لنا هذه التجارب ايضا كيفية تحديد فتحة المنافذ القليلة لتحصيل
البخار على جذب معلوم أو بالاختصار جذب البخار ذي ١٠٠ درجة
من الحرارة

واستنتج مسيو كورتيان من هذه التجارب ان سطح الفتحة الصغيرة جدا
في القازان لكي لا يحدث بنا فوره مستمرة الا البخار اذا ١٠٠ درجة يلزم
أن يكون تقريبا ١٠٠٠ جزء أو ١٤٠٠ من سطح الماء
المعرض لل نار

ارتفاع حرارة البخار وقت خروجه من هذا المنفذ	نسبة سطح المنفذ الى سطح الماء المعرض للنار
١٠٠ درجة	١٠٠٠ الى ١٢٠٠
١٠٠,٥٥	٥٢٦٠
١١٥	١٠٥٢١
١٢٨	٢١٠٤٢

وتبين لنا التجارب المذكورة ايضا ان $\frac{1}{3}$ مترا مربعا من سطح القازان المعرض للنار يحدث في كل دقيقة واحد كيلو غرام من البخار وهذه نتيجة بسيطة سهلة العمل في الصناعة ومع ذلك يلزم ان نعتبر ان هذه النتيجة تتعلق بالنار القوية التي يمكن احداثها تحت القازان اى النار التي لم تكن معتادة في الصناعة على الدوام وبناء على ذلك يلزم ان نعتبر ان هذه النتيجة من أعظم النتائج الكبيرة جدا واما مع النار المعتادة المنتظمة لا غير فانه لا يحصل سوى ثلث أو نصف الكمية المذكورة

القسم الثاني من التجارب التي نستعمل في بيان زمن جريان اللتر الواحد من الماء الى بخار بواسطة منافذ بشرط ان تكون الحرارة المتوسطة المتعلقة بالماء في القازان باقية على ١٠١ درجة مئوية لجميع المنافذ ويكون ارتفاع البارومتر ٧٦٧ ميليمترا

أولا الفتحة القائمة الزوايا يكون طولها ١٢ على ٣ من العرض تصاعد فيها اللتر الواحد من الماء بواسطة في $\frac{1}{4}$ ٨ دقيقة

ثانيا الفتحة القائمة الزوايا من ٦ ميليمتر من الطول على ٣ من العرض مدة التصاعد المتوسطة لتساعد اللتر من الماء بهذه الفتحة في ١٨ دقيقة

ثالثا الفتحة القائمة الزوايا من ٣ ميليمتر من الطول على ٣ من العرض تكون مدة التصاعد المتوسطة للتر واحد من الماء بهذه الفتحة ٣٤ دقيقة

وفي هذه التجارب كان يلزم تلطيف النار لكي لا يتجاوز ١٠١ من الدرجات المثنية وهذا ما يوضح مدة تصاعد الماء الطويلة

وبناء على ذلك انه بواسطة منفذ تكون سعته ٥٢٦٠ جزأ من سطح الماء المعرض للنار اللطيفة لكي لا يرفع البخار اكثر من ١٠١ من الدرجات المئوية $\frac{1}{3}$ امطار مربعة لا تكفي الاتصاعد كيلوغرام واحد من الماء في ٣ دقائق

وتبين ان التجارب التي ذكرناها اتقان مدة خروج ثقل معلوم من البخار من منفذ تكون تقريباً عكس سطح المنافذ وهذا مليدل على ان السرعة التي بها يخرج البخار من المنافذ تكون مناسبة لسطح تلك المنافذ وهذه نتيجة عظيمة من النتائج المشهورة ويغني لنا ان نبين ايضاً المنافذ الصغيرة التي يخرج منها الماء ويرتفع فوق ١٠٥ من الدرجات المئوية

وقد استنتجنا من القسم الاول من تسلسل التجارب انه ما عدا الفتحة المناسبة لسطح الماء المعرض للنار لا يرتفع الماء اكثر من ١٠٠ درجة وذلك فيما اذا كان غطاء القازان مرفوعاً بالكلية

واما السلسلة الثالثة من التجارب فانها تستعمل لتحديد مدة جريان ثقل معلوم من البخار خارج من فتحة ثابتة ذات ٩ ميليمترات مربعة على درجات مختلفة من الحرارة مع ارتفاع البارومتر الذي يساوي ٣٦٢ ميليمترا

حرارة البخار في القازان الزمن اللازم لخروج البخار من المنفذ

١٠٥ درجة	١٣ دقيقة
١١٠	$8\frac{1}{4}$
١١٥	$7\frac{1}{4}$
١٢٠	$6\frac{1}{4}$
١٢٥	$5\frac{1}{4}$
١٣٠	$4\frac{3}{4}$
١٣٥	٣

واما السلسلة الرابعة من التجارب التي تزيد فيها الحرارة من ١٤٥ ثم ١٥٠

درجات فانها تكون

١٠٠ درجة	٤ ٠١ دقيقة
١١٠	$٨ \frac{٣}{٤}$
١٢٠	$٥ \frac{١}{٢}$
١٣٠	٤

وفي التجارب المذكورة اعلاه يكون شكل المنفذ الذي يخرج منه البخار في نسبة سطح الماء المعرض للنار كنسبة ١ الى ٢١, ١٤٢, ويمكن استعمال هذه النسبة في المقادير الكبيرة جدا ومن الغريب كون مدة سيلان كيلو غرام واحد من البخار على ١٠٠ درجة تكون في ٤٠ دقيقة مع انها في ١٢٠ درجة لم تكن الا في $\frac{١}{٥}$ دقائق وينبغي لنا ان نلاحظ في هذه الحرارة الاخيرة ان البخار لا يحمل ضغطا يكاد ان يكون متضاعفا فقط بل له كثافة متضاعفة ايضا بحيث ان عددا كبيرا من الاجزاء الصغيرة يمر من هذه الفتحة مع سرعة كبيرة

ثم ان مادة البخار وطولها وقطرها له مدخل في تضعيف الحرارة وبناء على ذلك تؤثر في تقليل جذب البخار الذي يسيل من هذه البخار في زمن معلوم وقد عمل مسيو كرتيان فيما يتعلق بهذا الغرض عدة تجارب فاستعمل لذلك بخار من رصاص حيث ان هذا المعدن اقل توصلا للحرارة من النحاس والحديد

اول سلسلة من التجارب مع مجرى من الرصاص لها ١.٢ متر من الطول على ٩ ميليمتر من قطرها الداخلي

حرارة البخار في داخل حرارته في الخارج

المجرى	١٠٠ درجة
٩٩ $\frac{١}{٢}$	١٠١
٩٩ $\frac{١}{٢}$	١٠٢

١٠٠	١٠٣
$١٠١\frac{٢}{٣}$	١١٠
$١٠٣\frac{٢}{٤}$	١١٥
١٠٥	١١٨

السلسلة الثانية من التجارب نستعمل في غطاء طول المجري بواسطة
كينارات من الجوخ

٩٩	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{٢}{٣}$	١٠١
$٩٩\frac{٢}{٤}$	١٠٢
$٩٩\frac{٤}{٥}$	١٠٣
١٠٠	١٠٤
$١٠١\frac{٢}{٣}$	١١٠
$١٠٣\frac{٢}{٤}$	١١٥
١٠٥	١١٨

السلسلة الثالثة من التجارب مع المجري المتقدمة مغطاة بالكينار ومحولة الى
٨ امتار من الطول

$٩٩\frac{١}{٣}$	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{٢}{٥}$	١٠١
$٩٩\frac{٢}{٦}$	١٠٢
١٠٠	١٠٣
$١٠٢\frac{٣}{٦}$	١١٠
$١٠٥\frac{١}{٤}$	١١٥

السلسلة الرابعة من التجارب مع أنبوت قدرها ٨ امتار بدون غطاء

$٩٩\frac{١}{٣}$	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{٢}{٣}$	١٠١

$99\frac{3}{4}$	١٠٢
١٠٠	١٠٣
$102\frac{1}{4}$	١١٠
$104\frac{1}{4}$	١١٥
السلسلة الخامسة من التجارب مع مجرى محولة الى ٤ امتار من الطول بدون غطاء	

$99\frac{1}{4}$	١٠٠ درجة
$99\frac{3}{4}$	١٠١
$100\frac{1}{4}$	١٠٢
$104\frac{1}{4}$	١١٠
١٠٥	١١١

السلسلة السادسة من التجارب مع انبوبة قدرها اربعة امتار مغطاة بالكيناو المذكور

$99\frac{3}{8}$	١٠٠ درجة
$99\frac{5}{8}$	١٠١
$100\frac{1}{4}$	١٠٢
$104\frac{1}{4}$	١١٠
١٠٥	١١٨

السلسلة السابعة من التجارب مع انبوبة قدرها اربعة امتار من الطول بدون غطاء وتبل بالماء البارد الى ٥٠ درجة من الطول على نحو نصف من الطول وعلى عدة مرات

نقطة الجيار	١٠٠ درجة
$99\frac{1}{4}$	١٠١
$99\frac{3}{4}$	١٠٢
$99\frac{1}{2}$	١٠٣

١٠٤	٩٩ $\frac{3}{4}$
١٠٥	١٠٠
١١٠	١٠٣
١١١	١٠٣ $\frac{1}{4}$

وعلى مقتضى هذه التجارب يرى انه لا يظهر ان طبيعة الجوهر المركبة منه المجارى لا تؤثر شيأ في اتلاف الحرارة التي تحصل للجري البخارى في حدود الطول الذى ذكرناه أنفا ويرى ايضا ان طول الانبوبة يؤثر تأثيرا بينا في فقد الحرارة وحيث اننا نفرض ان هذا الطول يساوى بالتوالى ١٢ مترا و ٨ امتار و ٤ امتار يلزم ان البخار يكون في مدخل الجرى على حرارة ١١٨ درجة من ١١٥ درجة ومن ١١١ درجة لكي تكون الحرارة في مخرج هذه الانابيب الاصلية محولة الى ١٠٥ من درجات الحرارة

ومتى كان قطر الجرى صغيرا جدا بالنظر الى كمية البخار التي يخرج بها في زمن معلوم فيكون فقد الحرارة جسيما جدا فلذا يظهر لنا اذا اعتبرنا التجارب المعمولة مع الجرى التي قطرها ٩ ميليمترات ومع التجارب الاخر المصنوعة مع الجرى التي قطرها ٢٠ ميليمترا والجرى التي قطرها ٢٣ ميليمترا وبالجمله متى رفعنا الحرارة مع هذه الجرى الاخيرة الى ١٠٦ من درجات الحرارة في القازان فانها لم تنزل الا الى درجة ١٠٥ في مخرج الانبوبة التي طولها ٤ امتار

وهذه التجارب التي يجب ذكرها توصلنا الى مباحث من هذا الجنس مقوية لتعيين الابعاد التي تصلح امدة اجراء من آلات البخار ولاجل احداث دينام واحد من القوة مع آلات البخار على حسب طريقة مسيو واط يلزم (اولا) ٨٥ كيلو غراما من البخار وبالجمله يلزم قدر هذا العدد من الماء المراد دخوله في القازان (ثانيا) ١٨ كيلو غراما من الفحم وقد ذلكت ست مترات من الماء وست مترات من الفحم تعطى لنا قوة الحصان

في اربعة وعشرين ساعة ويمكن ان تستعمل هذه التجارب البسيطة
في حساب الابعاد التي تكون في الاجزاء الاصلية من الآلات التي سنذكرها
في الدرس الآتي تفصيلا

وستكلم في هذا الدرس على الكوانين على موجب استعمال واط وهناك
كوانين آخر موضوعه بكيفية بحيث يتفاد الدخان في المستوقد لاحترائه
وذلك كالافران او الكوانين التي تحرق الدخان ولا ينشأ عنها فوائد كثيرة الا اذا
حرق فيها جلة جسمية من الوقود دفعة واحدة وبها يتحصل أولا على توفير جزء
من الوقود المفقود على حسب العادة وزيادة على ذلك تنقص الضرر العظيم
الذي يحصل في كثرة الدخان الذي يخرج من مداخن آلات البخار وتشغل الجوف
وتسحق منها الاشياء التي تمر عليها وتترك فيها ذرات صغيرة من الفحم وغيره
ويصير هذا الضرر جسيما في المدن الكبيرة كمدينة برمنغام ولوندره
التي يحرق فيها كمية كبيرة من فحم الحجري عدة مداخن من البيوت
والصنائع

* (الدرس الثالث عشر) *

(في الكلام على آلات البخار على طريقة واط)

واول من ذكر في سنة ١٦٦٣ من الميلاد وصف التركيب الذي يشبه
تركيب آلات البخار هو امير وورستبر حيث عرض في شأن استعمال
قوة الماء البخارية (فع الماء اكثر من ١٢ مترا اذا جبر انسان على كونه
يدور لولين بالتعاقب يلزم ان الماء البخاري متى فرغ من الاناء الاول لا بد
وان يكون اناء ثان مملو من الماء البارد يدور في نوبته وهكذا الى ما لا نهاية
وبعد مدة ابتدع باين حله المشهورة المغلوقة التي ماؤها ساخن جدا بحيث
يكون فيه قوة لازمة وان العظام وجواهر اخرى حيوانية صلبة والتزم بأن يستعمل
قوة البخار الكبيرة كالقوة المحركة وان لم ينجح في تجاربه
واما الامير سالوري فانه لما كان اوفر حظا من باين نجح في رفع كيات
قليلة من الماء على ارتفاعات صغيرة وان لم ينجح في تضاد المعادن العميقة

وعلى مقتضى قانونه الذي عرضه في شأن رفع الماء الى ارتفاع لم يزد عن ١٠ امتار حدثت عدة آلات وبنوا من هذه الآلات بجلة كبيرة في احدى ملاحات جنوب فرنسا التي يلزم فيها رفع الماء الى ٥٠ و ٥٠ امتار فقط وعيب آلة ساورى هو كثرة التكاليف ومصاريف البضار وبالجلة كثرة الوقت ودون ظهور لنا بالتجربة ان $\frac{1}{11}$ جزءاً بالاقل من البخار الحاصل تكون ساخنة بلا فائدة والذي يكون مستعملاً منها مع الفائدة النافعة هو $\frac{1}{11}$ فقط وقد بد لنا جميع الجهودات في تقصص ضياع البخار في الآلة المذكورة التي عيبها كونها تخلط هذا البخار مع الماء الذي ترفعه

ومن بجلة مهندسى معادن كورنالى الذين كانوا يشتغلون كثيرا بطرايق تطبيق آلات البخار في تصفية المعادن نوو كومان الحداد وهو الذى أراد حل هذه المسألة وهما الصورة الآلة التي اخترعها

وهي أن البخار يخرج من القازان الكبير بانبوبة عمودية ويرتفع في اسطوانة تحتوي على مكبس ويكون الجزء الاسفل من الانبوبة محكم القفل بلوح معدني دائر حول محور عمودي مشترك بواسطة ملوى صغيرة ويحمل المكباس قضيباً رأسياً يوجد في آخره سلسلة مثبتة على قوس دائرة مثبتة على رافعة ويحمل الفرع الآخر من الرافعة قوساً من الدائرة وسلسلة معلقة في مكباس الطلومية المعينة لرفع المياه ويوجد فوق الاسطوانة صهر يربط مشترك مع القاعدة السفلى من الاسطوانة بانبوبة منخنية وهناك لولب ذو ملوى يمنع عند الاحتياج مرور الماء بهذه الانبوبة المنخنية ويسهل الآن معرفة حركة الآلة وهواتا اذا أردنا رفع مكباس الاسطوانة فالتناقل الحنفية التي تمنع دخول الماء في الاسطوانة ونفتح الحنفية التي تخرج البخار الذي يتمدد في الاسطوانة وترفع المكباس ومتى بلغ المكباس نهاية سيره فالتناقل حنفية البخار ونفتح الحنفية الاخرى ففي الحال ينزل ماء الصهر يربط في الاسطوانة وحيث انه ابرد من البخار فانه يستعمل في معادلته ومتى تحول هذا البخار الى حجم قليل جداً فان ضغطه الهواء المؤثر في المكباس تصير قوية وتنزل هذا المكباس وفتح الرافعة المقابل له

معا ويرفع القرع الآخر من الرافعة بهذه الحركة وبالجملية يرفع مكباس الطلومبة
المعدة لتصفية المياه

ويرى على حسب ما تقدم ان طريقة ساورى كانت تحرك طلومبته بضغطه
البخار والجلو المتعاقبة بخلاف آلة نووكومان فانها كانت ترفع الماء بضغطه
الهواء فقط وانما البخار كان مستعملا فيها كطريقة السرعة التى تحدث
فراغاً بالواسطة التى بها تحرك الضغط الهوائية على الرافعة التى تثقل القوة
الحركة ولا يلزم مع آلة نووكومان استعمال البخار ساخن جداً بل يمكن
أن يفجرى العملية بدرجات لطيفة من الحرارة وبناء على ذلك فو فرجلة من
الحريق ولم تخش ضرراً ولينين ان نهاية قوة آلة نووكومان لا تتوقف على
قوة القازانات والاسطوانات لاجل مقاومة ضغط البخار بل تتوقف على الابعاد
التي يمكن وضعها لها مع الفائدة كبقية اجزاء الآلة وبالجملية يمكن تطبيق
آلة نووكومان مع السهولة لتوصيل القوة الحركة على كل نوع من انواع
الآلات بواسطة الرافعة التى نستعمل فيها

وقد شرعنا سنة ١٧٠٥ فى أن نستعمل هذه الآلة وفى سنة ١٧١٢
صار اغلب مشكلات استعمالها فى غاية السهولة وقد شرعوا فى ابطال شغل
الرجال لكى تفتح وتغلق الخفيات تارة واخرى وأجريت هذه العملية لحركة
الرقاص الاعظم ولم يحصل للآلة استكمال مشهور سنة ١٧١٧ وينبغي
التنبية على فائدة آلة نووكومان

وقاسوا حرارة الماء المستعمل فى تسخين البخار فى هذه الآلة عندما يخرج
هذا الماء من الاسطوانة بعد التسخين فوجدوا ان حرارة الماء تتغير من ٦٠
الى ٨٠ درجة مئسية وهذا هو ارتفاع الحرارة الاعظم الذى يبين لنا ان
البخار فى الاسطوانة وقت انقياده لضغطه الهواء يوجد فيه مقاومة عظيمة
جداً ولا آلة نووكومان ضرراً فهو كونه تبرد المكباس والاسطوانة
برش الماء وبالجملية متى كان المكباس والاسطوانة باردين فانهما يساعدان
على تبريد البخار وقت نزول الماء ثانياً ويضعفان قوة النتيجة وسرعتها

وقد نبه ارباب الميكانيكة على انه في حركة المكابس المتوالية التي تستعمل في نزع المياه يلزم أن يكون صعود هذا المكبس أسرع من نزوله وفي النزول تنقص المقاومة وفي الصعود تنقص ضياع الماء ولم تزل آلة نووكومان تستعمل في ارتفاع المياه دون غيرها الى عصرنا هذا ومع ذلك ففي سنة ١٧٥٨ اعطى ميسيو كان فينجرالد في المصطلحات الفلسفية طريقة في تحويل الحركة المتوالية المتسوية الى آلة نووكومان الى حركة الدوران المستمرة بتركيب الطارات المضروبة والدورة بشرط أن تكون الطارة الاولى المضروبة مثبتة على الرافعة الكبرى واول من عمل هذا التحويل ونجح فيه هو ميسيو واط والفنر والاصلي في آلة نووكومان هو فكرة الوقود في شغلها ومثلها

متر

التي يكون قطر اسطوانتها ٢١ ر١ وتشتغل ليلًا ونهارًا بحيث تحرق في السنة نحو ١٦٥١٢٠٠ كيلو غرام من الفحم العظيم واذا أردنا نزع المياه من معادن الفحم كما نستعمل ذلك في حرق قطع الفحم التي يمكن بيعها مع المشقة فينشأ عن هذه الآلات كثير من المنافع ويمكن استعمالها ايضا في بعض معادن اخر لتأدية المياه الضرورية للولايات العظيمة المتسعة وكذلك لبعض الاشياء النافعة وبالجمله تستعمل في جميع ما يقتضى جملة كبيرة من الوقود لتحصيل المطلوب ولكن في اغلب الاحوال يمنع الاسراف في الوقود استعمال هذه الآلات

ولما استكشف الحكيم بلاك كمية الحرارة الخفية التي يمتصها الماء لكي يصير بخارًا عرفنا من هذا الاستكشاف أن نعطي لآلة نووكومان درجة جديدة في الاستكمال والاولى أن نقول أن يعمل منها آلة جديدة وهذا من أعظم المنافع التي احدها جام واط في العلوم والصناعة وقد عرف الخبير بلاك بالتجربة أن كمية البخار الناشئة عن الحرارة التي تفوق على الغليان تكون مناسبة دائمة لسطح الآنية المعرض للنار بالباشرة سواء ترك البخار متفرقا بمجرد حصوله او تركه الحرارة مجمعة في الماء ثم فتحنا

الآنية بعد ذلك لكي يخرج البخار منها
ومن هذه الحوادث ينتج أن من المستحيل توفير كمية الحرارة الضرورية لتحويل
الماء الى بخار ولكن يمكن توفير الحرارة بحيث لا يفقد منها شيء كثير وهذا ما عمله
جام واط فشاهدا ولا تسخين اسطوانة آلة فووكومان وتبريد هذه
الاسطوانة

وهذا ما ينشأ عنه ضياع الحرارة بدون منفعة حقيقية وهذه المشاهد
هي التي وصلته الى تسخين البخار خارج الاسطوانة وهذا هو الاستكمال
الاكبر الاصلى الذي ينسب الى واط

وقد بينا في اللوحة الثامنة على مقتضى طريقة واط مسقط القازان البخار
الافقي الرأسى ويدلنا شكل ١ على ارتفاع القازان بالطول المشاهد
في الخارج وشكل ٢ يدل على ارتفاع هذا القازان في جهة عمودية
على شكل ١) ويكون هذا القازان مشاهدا من جهة المستوقد
(وشكل ٣) يدل على مسقط المستوقد الافقى وعلى وضع القازان
وستكلم على بعض تفاصيل تخص العمارة فنقول

ان مستوقد **ف** يتركب من جملة قضبان متوازية غليظة من
الوسط اكثر من الاطراف ويكون بين بعضها مسافة كافية لتفوذ الهواء
ومسافة **د** الفارغة هي محل الرماد الذي تغطيه شبكة **ج** وقازان **ث**
الذي يمكن عمله من صفائح الحديد أو النحاس المجمعة بواسطة رؤس المسامير
المعينة أقيسة في الشكل وشكل هذا القازان مثل شكل الاسطوانة التي
تكون اضلاعها وقواعدها رأسية محيط احدى القواعد كما يشاهد في شكل
٢ يكون محدبا ونصف دائرة من أعلى ويكون مجوقا من الجهتين كما يكون
مجوقا من أسفل ويرى في الجزء الاعلا من هذا القازان فتحة **ح** التي تسمى
بفتب الاسنان وتستعمل لادخول الشغال منها في القازان لاجل مسجه
وتصليحه وينبغي أن تكون هذه الفتحة صغيرة مهمامكن فيكون كبرها باقيا
على حالة واحدة مهما كانت سعة القازان

وفي شكل ١ و ٢ حرف ت يدل على الانبوبة التي تستعمل لادخال البخار في اسطوانات الآلة ويعبر عن سدادة الامن بحرف ض ويمكن أن نرى سدادة من هذا الجنس مصورة في لوحة ١٢ شكل هـ ف وبالجملة حرف ا شكل ١ و ٢ يدل على الانبوبة المغذية التي بواسطتها يصل الماء الى القازان وشكل ٤ يدل على قطع مفصل عن هذا المجرى وستوضح عن قريب التركيب الذي تعلق فيه

ويسهل علينا معرفة السير الذي تتبعه الحرارة في شكل ١ و ٢ عندما تخرج من مستوقد ف ويدور جزؤ ١ تحت القازان ويأتي آخر هـ ومع ذلك يمكنه أن يمر من هناك على طول اضلاع هـ و هـ شكل ٢ ويأتي في هـ شكل ١ ومن ثم يصير القازان ساخنا ليس من الجزء الاسفل فقط بل في جميع امتداده من اضلاعه الاربعة الرأسية المنسوبة وبعد تدويره بطريقة محكمة يأتي اللهب والدخان في مجرى ١ شكل ٣ ثم في المدخنة التي يستدل على مقطعها الاثني بحرف ك شكل ٣

ونصف الآن الجهاز المسمى شكل ٤ فنقول ان حرف ث يدل على المقطع المصنوع رأسيا في جهة طول القازان و ا يدل على انبوبة الغذاء كما ذكرناه آنفا ويدخل بطريقة الاسفل في ماء القازان ويحمل في طرفه الاعلا حوض ر الصغير الذي يشترك مع الانبوبة بالفتحة التي تقطعها السدادة وتحمل هذه السدادة قضيب ت المعلق على رافعة ل المعلق فيه بقضيب ت جسم ف العوام الذي يسبح على وجه ماء القازان ويصعد هذا الجسم العوام وينزل مع مساواة الماء المستمر في القازان ومتى صعد الماء فانه يصعد معه ذراع ل وينزل ذراع ل المنسوبة من رافعة ل ل وقضيب ت ينزل ويقفل مع السدادة المثبتة عليه فتحة الانبوبة المغذية وبالعكس ذلك متى نزل الماء المستمر في القازان فان الجسم العوام ينزل بكثرة وكذلك ذراع ل من الرافعة ينزل وذراع ل يرتفع وبالجملة قضيب ت

ينزل مع السداداة الصغيرة وهذا ما يسوغ للماء المغذى النزول من الحوض
في القازان وبهذه الطريقة يلزم أن لا يكون في القازان الا الماء اللازم لاستعمال
آلة البخار بحيث لا يكون قليلا جدا ولا كثيرا جدا

وهناك جسم عوام آخر يعبر عنه بحرف **ف** موضوع في انبوية **ا** المغذية
ومعلق في سلسلة **ض ض ض** وتنشق هذه السلسلة الحوض بان تمر
في مجرى معدنية رأسية وتدور على بكرتي **ح ح** لكي تتعلق بالقرن
ومتى صار البخار في غاية السخونة وكان ماء انبوية **ا** مدفوعا بقوة شديدة
جدا فان جسم **ف** العوام يصعد مع الماء ويتقفل فم القرن بالنسبة
لارتفاع الجسم العوام وبهذه الطريقة يتقصون شدة الاحتراق وبها تنقش شدة
البخار في القازان

وشكل **٥** يدل على جسم **ف** العوام ورافعة **ل** تحمل
الدليل المعبر عنه بحرف **ع** الذي يمشي على قوس **ش** المدرج
ويستعمل هذا المدرج في معرفة ارتفاع الماء في القازان معرفة جيدة
ويجب علينا الآن بعدما وصفنا طريقة حصول البخار أن نبين حركة آلة **واط**
في الطريقة السهلة وهي الطريقة التي نسميها بذات النتيجة البسيطة
ثم نوضح الحركة ذات النتيجة وتختلف آلة **واط** ذات النتيجة الواحدة عن
آلة **نوكومان** ذات النتيجة الواحدة ايضا باكون البخار يستغل دائما سواء كان
في صعود المكباس او نزوله بخلاف آلة **نوكومان** فانه لا يؤثر فيها الا في صعود
المكباس فقط

ولنبحث الآن على آلة الآلة العمومية شكل **٢** لوحة **٥** فنقول
حرف **ك** الذي هو طلوبية التفريغ الدالة على نتيجة الآلة وتتحرك
بقوة رقاص **ح ش خ** وحرف **ب ب** يدل على الاسطوانة وحرف
س يدل على المكباس الذي يصعده ونزوله يتحرك رقاص **ح ش خ**
وحرف **ا** هو القازان الذي يوصل البخار تارة فوق مكباس **س** وتارة
تحتة بانبوية **ر** في وسط سد ادنى **ت ت** وتكون اسطوانة **ب ب**

مغلوفة من اعلا ومن اسفل بالواح من حديد ملحوقة مع الصلابة على محيط هذه الاسطوانة

ولنفرض الآن أن مكبس Γ يوجد في أعلا سيرة

فعند ذلك تنقل سدادة Γ وتفتح سدادة Δ وينقل البخار من القازان في جزء الاسطوانة الاعلا المعبّر عنه بحرف β وينزل المكبس ينقله ويدفع هذا البخار

ومتى وصل المكبس الى أدنى درجة من سيرة فان سدادة Δ العليا تنقل وسدادة Γ السفلى تفتح

وحيث يذهب البخار المجتمع في سعة β منقذا من سدادة Δ ص مجرى Γ و Γ في سعة β السفلى من الاسطوانة

وينقل هذا البخار في هذه السعة السفلى عندما يجبر ثقل جميع الاشياء المعلقة في ذراع Γ من الرافص ويرفع ذراع Γ شح الآخر الذي يصعد مكبس Γ

وهنا يضغط البخار على حسب مرونة المكبس من اعلى ومن اسفل على حد سواء وبناء على ذلك لا يؤثر هذا البخار اصلا في ميزان رافعة Γ شح

ومتى وصل مكبس Γ اعلا الاسطوانة فان سدادة Δ السفلى تنقل ثانيا وسدادة Δ العليا تفتح فينقل البخار الى سعة β العليا لكي ينزل المكبس ثانيا كما شاهدناه

ولكي ينزل المكبس يلزم توزيع البخار المجتمع في سعة β السفلى من الاسطوانة وهذا يعمل بجهاز المبرد او المسخن وهو الذي بقي علينا وصفه

وهذه الطلمبة تدل على مجرى Γ وتلك التي تتصل بذراع انبوبة Γ وتكون ذراعي Γ ول الذين يوجد في كل واحد منهما طلمبة معقدة وهاتان الطلمبتان يتحركان برفاص Γ شح

وفي مجرى Γ يدخل فرع Γ من انبوبة يكون فرعها الآخر Γ منغمسا في الماء البارد الذي يحتوي عليه حوض Γ وسدادة Γ تبيع

أو تمنع دخول الماء المبرد في الانبوبة
ومنى حصل ذلك فإن سدادة ت تنقل عندما تفتح سدادة د ويصعد
الماء البارد بفرع هـ من السدادة ويخرج جهة البخار المتجمع في قوى
 س ق ق وهذا الماء يسخن البخار ويضع على هيئة مطر جهة قاع ع ويضع
سدادة م ويمر حينئذ في جزء نر وفي هذا الزمن يخرج من البخار الغير
المسخن ومن الهواء الجوى ماء بارد

ويسهل المرور بطلمبة ك الجاذبة التي يرتفع مكبسها متى نزل مكبس
 ض بحركة رفاص ح ش خ ويخرج الهواء الجوى بقوة هذه الطلمبة
وطلمبة ز أيضا

وبهذه الطريقة يستقل البخار المسخن والماء المبرد والهواء الخارج من هذا
الماء ومن البخار الغير المسخن حرارة نحو ٤٠ درجة في نقطة نر ولا يمكنها
التأخر وبالجملة متى نزل مكبس ض الى اقصى درجة فانه يشرع في الصعود
ثانياً وحيث كان البخار اخف من الهواء فيعلوه بمروره ويدفع الهواء الذي
يفصله عن الماء البارد ويضغط الماء البارد باتحاده مع سدادة م ويقل
هذه السدادة ومع ذلك فان مكبس ك ينزل عندما يصعد مكبس ض
فبناءً على ذلك يلزم ان الهواء والماء المنحصرين في ع نر يميزان فوق مكبس

ك لكي يضغطا في نقطة ل عندما يصعد مكبس ك
ثم ان طلمبة ز الثانية الجاذبة التي تكايسة تنقل الماء المنحصر في نقطة ل
الى مجرى غ لكي تنزل في قازان ا وحيث كان الهواء اخف من الماء
فانه يخرج من انبوبة ت قبل أن ينزل ماء المبرد في القازان

وتم طرق مخصوصة تستعمل لتقيص فتح سدادة د على حسب الارادة
ولتطفئ سرعة تسخين البخار

وجميع الحركات التي ذكرناها تكون متحدة بحيث انها تعمل كلها بحركة الرفاص
والمكابس فقط ولم يمتح الانسان الا لكونه يحفظ النار تحت القازان دائماً

وقبل أن نعرف تفاصيل تركيب الآلة البخارية ذات النتيجة المزدوجة
شكل ا لوحه ٩ يجب علينا أن نبين بطريقة الاجمال كيفية تلقى

الحركة لعامة وهي أن البخار عند خروجه من القازان يكون حاصلين
 اسطوانتي $ت ت$ وثلاث $ث ث$ اللتين محورهما واحد وبالجملة فان
 اسطوانة $ث ث$ تحيط باسطوانة $ت ت$ وبتركيب درجة $ت$
 التي تصعد وتنزل بفتحات $ع ن$ يمر البخار بالتعاقب فوق مكبس $ح$ وتحت
 بحيث يجبره بالتزول نارة وبالصعود أخرى ويكون هذا المكبس متبادلا
 على قضيب $ت$ الرأس الذي يتقل حركته بواسطة متوازي الاضلاع
 $ل م ن و$ رافعة $ل ل$ التي تتحرك في مستوى رأسي حول محور
 $ض$ الأفقي وهذه الرافعة تصعد وتنزل مع مكبس $ح$ ومن جهة $ل$
 يرفع ويخفض بالتعاقب بيلة $ف$ الياصة التي تدور ملوى $غ$ حول
 محور $ك$ الأفقي ويحمل هذا المحور $ك$ طائر $ق ق$ الذي
 يستعمل لانتقال الحركة مع الانتظام وبالجملة فمحور $ك$ يتقل على آلة
 البخار الى ما يسمى بعاسود الطبقة

وبالجملة فالآلة التي وصفناها آتاتغير الحركة المستقيمة من اعلى الى أسفل
 ومن أسفل الى اعلى مثل حركة مكبس $ح$ الى حركة مستديرة مستمرة
 كحركة طائر $ق ق$ وحركة عاسود الطبقة المتحركة بمحور $ك$
 ولنبحث الآن عن كيفية انتقال البخار نارة من فوق المكبس ونارة من تحته
 وعن كيفية تجمع البخار من جهة المكبس عند ما يخرج البخار المجموع من
 الجهة الأخرى بتأثير الحرارة

وشكل ١ لوحة ٩ يدل على الآلة ذات النتيجة المزدوجة على قطع مواز
 لمستوى رافعة $ل ل$ الكبرى وطائر $ق ق$
 وبيان لوحة ٨ نعرف الطريقة التي بها يحصل البخار وقد رأينا أنه عند
 خروجه من القازان يمر بأبوبة $ت$

ولوحة ٩ شكل ١ تدل أولا على اسطوانة $ث ث$ المستقيمة
 الرأسية التي تتحرك في مكبس $ح$ واسطوانة $ث ث$ الطاهرة
 التي محورها مثل محور اسطوانة $ث ث$ المستقيمة غلا فالها وبين هاتين

الاسطوانتين يصل الجزار من القازان من مجرى ت شكل ١ لوحة ٨
وفي حرف ت شكل ١ لوحة ٩ يرى ما يسمى بالدرج وهو كناية عن
نصف اسطوانة رأسية مجهزة تتحرك في تعشيق على صورتها وفيما يرى على
قياس كبير لوحة ١٠ سطح ت شكل ٢ وارتفاع شكل ١ و
بين الدرج والاسطوانة الخارجية اى غطاء ت ث فراغ به يتم تمر الجزار
الذى سنبينه بالتعاقب

ففي شكل ١ لوحة ٩ وشكل ١ لوحة ١٠ يكون الدرج
صاعدا مهما المكن وفي شكل ١٠ لوحة ١٠ يكون نازلا بالكلية وهذه
هى حركة الجزار في هذين الموضعين

ففي موضع شكل ١ لوحة ٩ و ١ لوحة ١٠ الذى يكون فيه
الدرج عالياً يتقل الجزار الذى يوديه القازان من صه بين درج ت
واسطوانة ت لى يصعد فوق اسطوانة ت ث مجرى ع وينزل
المكبس وفي وضع هذا الدرج يكون اسفل الاسطوانة مشتركا مع قنحات
و و مجرى و شكل ١ لوحة ٩ التى توصل للمعدأ والمسخن
فعند ذلك يسفن الجزار الداخل تحت المكبس

ومنى وضع المكبس الى آخر سيره فان الدرج يصعد ثانياً و يأخذ الوضع الذى
يدل عليه شكل ١٠ لوحة ١٠

والجزار الذى يأتى من القازان ويمر فى صه ينزل فى نقطة و تحت المكبس
الذى يطلع منه وبالعكس ينزل الجزار المجتمع على المكبس فى نقطة ع وفى وسط
ت من الدرج الى و لى يرجع فى نقطة و فى المسخن فاذن يصعد
المكبس

وشكل ١ من لوحة ١٠ يعرفنا الطريقة التى تكون بها سدا ص
مفتوحة كثيراً أو قليلاً وهذه نتيجة سفينها

فاذن نقول ما الطريقة التى يصعد وينزل بها التعاقب درج ت فالجواب
ان دائرة ه الخارجة عن المركز شكل ١ لوحة ١٠ توضع على

محور $ص$ من الطائرويه $==$ ون الطوق المعدني الذي تدور فيه هذه
الدائرة مثبتا على مثلث $من م$ وتكون $ن$ التي هي رأس هذا المثلث
متحدة مع رافعة $ن ح خ$ المنقاسة بالذراع وقطة $ح$ تدل على محور
ثابت تدور حوله الرافعة متى دارت الدائرة المختلفة المركز مع الطائرويه هذه
الدائرة تقدم مثلث $من م$ تارة وتؤخره أخرى وهذا ما ينشأ عنه حركة
صغيرة لذهاب رافعة $ن ح خ$ وإيها وبالجملته فانه يصعد وينزل بالتعاقب
طرف $خ$ الذي يرفع وينزل قضيب $ف ف$ الرأسى المثبت على النهاية
السفلى من درج $ت$ (شكل $ا-ب$) ومتى دار الطائر دورة كاملة فان المكبس
يسير سيرا كاملا في الصعود والتزول وكذلك الدرج يسير مثله في الصعود
والتزول مع غاية السرعة واذا ابتدأت الحركة مرة في السير تستمر على الدوام مع
الانتظام

ولنتقل الى حالة التركيب المتعلقة لتسخين البخار فقول اننا ترى رافعة $ل$
الافقية شكل $ا$ لوحة ٩ التي يطلع طرفها وينزل بالتعاقب قضيب $ل$
ازأسى لكي يفتح ويغلق مجرى $ه$ للماء الذي ينصب في المسخن وتكون هذه
الحركة المتوالية كحركة الدرج منتظمة برافعة $ن ح خ$ المنقاسة بالذراع
وتستعمل طلومبه $ح$ لاجراج الماء المسخن وتكون هذه الطلومبة
متحركة بجزء $و$ من متعلق بموازى اضلاع $ل م ن و$ وبالجملته فان
كل من مكاس $ح و$ يصعد وينزل في آن واحد
وفي الآلة ذات التيجين كافي الآلات الناتجة الواحدة يكون الماء المبرد
بعد أن يمر البخار ويقع من نقطة $ك$ الى نقطة $ك$ مرفوعا بطلومبة
 $ح$ الاولى وطلومبة $ح$ الثانية

وشكل $ا$ يدل على كيفية تسخين المذكور هنا وهي مجرى $ف ف$ التي يمر
فيها الهواء والماء المبرد المزدوجان بطلومبة $ح$ وقد يخرج الهواء بلا معارض
عند ما يرفع لولب $ف$ ويقع الماء المبرد المصنوع من هذا الهواء في حوض $م$
الذي ينزل منه في القازان بواسطة طلومبة $ح ح$

وهناك طلومبة ثالثة ح ح تستعمل لجذب الماء البارد ولا متلاء
حوض ر الذي يوصل في نقطة ه الماء المعتدل لتبريد
ثم ان لوحة ١١ تميز لنا على قياس كبير عدة تفاصيل مهمة من آلة واط
المعبر عنها في شكل ٢ لوحة ٩

وقد بينا في لوحتين بحرفي ح ح مكبس الطلومبة الاولى التي تفرغ ماء
التبريد ويجرف ف انبوبة تفريغ هذا الماء مع سدادة ف واشكال
٥ و ٦ و ٧ لوحة ١١ توضح لنا هذه الاشياء مع الافادة والتفصيل ويرى
ان ماء التبريد متى جذب تحت مكباس ح فانه يقف للواب ه ويكون
مكبس ح متشعبا لوابي ش ش الذين يقفحان عند ارتفاع المكباس
ويمنعان بضاعي ل المعبر عنهما بالقياس الكبير في شكل ٥ و ٦
وعلبة م المشقة تترك مكباس ح ح يترجم الاحكام

واشكال ١ د ٢ د ٣ د ٤ لوحة ١١ تميز لنا تفاصيل المكباس المعدني
ويكون هذا المكباس مركبا من قاعدة اسطوانية جارية من نافورة واحدة
وتصنع الجوزة كما يرى في نقطتي ف ف في المقطع شكل ٤ وعلى الجزء
الفاخر من هذه القاعدة نضع مع الاستدارة كلامن ص في قطعي ا ا
الكرويتين المتضافتين المذكورين فطهما في شكل ٤ وارتفاعهما مذكور
في شكل ١ و ٣ و سطحهما في شكل ٢ وتكون هذه القطع معشقة
منتظمة ويكون الالتصاق محكما بحيث يكون طرف الصف واقعا على طرف
الصف الاخر في وسط كل قطعة وبالجمله تكون ابواب ث ث مضبوطة على
قبوات د د الاقضية الموضوعة على جوزة ف ف واقول ان هذه
الابواب تكون مضمومة بمرورها وتندفع الى الخارج صف القطع وتجبره
على كونه يلتصق مع الدقة والضغط مع جانب الاسطوانة الداخلي الذي يتحرك
فيها المكباس فهراس استعمال الاسطوانة والمكبس المدرج ويرى في شكل ٤
غطاء ه ه المثقب الذي يتم صلاية الآلة وهذا الشكل يميز لنا قضيب
المكبس الذي صورته كصورة الزاوية الفائرة في اسفل ش المتحددة مع

جوزة المكابس واما قطعة الحديد الاقية المعبر عنها بحرف ϵ فانها تنضم
لقضيب الى الجوزة وهذا الانضمام يكون صلبا بسيطا
وفوق شكل ٢ يوضع في نقطة θ و δ و γ و α مستطال القبودنات الصغيرة
التي يكون منفعوما عليها هذان المسطمان وتكون هذه القبودنات مثبتة
ببريمة على جوزة المكابس

وسين لنا شكل ٨ على قياس كبير جدا حركة المدير أو حركة الحاكم المعبر عنه
بحرف ζ من شكل ١ لوحة ٩ وانكور المعدنية المعبر عنها بحرف ζ
بأنها القوة المتباعدة عن المركز كما ذكرنا في المجلد الثاني من هذا الكتاب
في الدرس السادس نيل الى المعدن عامود β - α الرأس متى ازدادت
سرعة حركة دوران هذا العامود وتعد هذه الكور عن العامود فانها ترفع
طرف δ المحيط بعامود β ويرفع بواسطة الطرف الداخلي فرع
 ϕ من رافعة $\phi\phi$ وبناء على ذلك ينزل فرع هذه الرافعة المعبر عنه
بحرف ϕ وبذلك تدور ملوى χ وتعلق مع التدريس شيئا فأسدادة
من هذه السدادات الحلقوم تمتع بالعكس عما سائر الحركة وتقرب
الكور من محور دورانها

وفي لوحة ١١ يد شكل ٩ و ١٠ في قياس كبير على مقطعي انضمام
رفاص $\lambda\lambda$ شكل ١ لوحة ٩ مع البيلة التي توصل اخر حكة
للطائر بحرف α هو رأس الرفاص وحرف β هو بيلة التي تنقسم الى
فرعي α و β هما الجامان من حديد كل واحد منهما ما يستعمل
على فرعي البيلة و γ هما مسندان من نحاس منضمين بلجامي θ
و η هو محور الدوران و ϕ هو الحلقة المستعملة لتثبيت الابلجة على
فرعي البيلة وتضم ساند δ كثير الوقيل على محور η وسائر
بعض تفاصيل أخرى على آلة واط

وعلى غطاء المكابس بضعون قمع σ شكل ١ لوحة ٩ من نحاس يصل
بباطن الاسطوانة ويكون لهذا القمع حنفية في جره الاسفل واما اردماد هان

جوانب الاسطوانة أولاً لتلطيف التحكاله المكبس ثانياً المنع مرور البخار من
اعلا الى اسفل وكذلك من اسفل الى اعلا فتملاً أقمع زينا ونسده بغطاء محكم
ثم نعرف الزمن الذي يكون فيه المكبس فوق سيره ونفتح حنفية القمع مدة الزمن
اللازم لوقوع الزيت الذي يحتوى عليه هذا الشمع على المكبس ويمجرى على
سطحه المائل من المركز الى المحيط

وفي اغلب آلات البخار يكون وضعها كوضع الطائر على بعض قراريط من بعد
الحائط التي تنصل الآلة من المحل الذي تنقل منه الحركة فإذا تأخذ في بعض
الاوراق احتراساتاً نافعاً وهو تثبيت لوح من حديد الزهر مشتبب عدة ثنوب
موضوع على قوس دائرة يكون نصف قطرها السغر من نصف قطر الطائر ومتى
علمت بعض تفاصيل الآلة تحتاج في الغالب لطاوع المكبس ونزوله وفي هذه
الحالة بواسطة الروافع التي ندخلها في ثنوب هذا اللوح المبسوك من السبع
معدن المفهوم على ذراع الطائر نصل الى تدوير هذا الطائر مع السهولة وتوقف
قوة آلات البخار بالضرورة على مجهودات المكبس التي تحصل منه على حسب
قوة البار وبواسطة البارومتر الزينقي الذي يسمى مانومتر يوضع مع البخار الذي
كيلوغرام

يخرج القاربان بقياس ضغط هذا البخار فإذا فرضنا انه يحدث ١٠٣٥ ر
في كل سنتيمر مربع اعني انه يتحرك بضغط الكرة الهوائية فقط وضربنا عدد
كيلوغرام

سنتيمرات سطح المكبس المربعة بهذا العدد ١٠٣٣٦ ر فإنه يحصل
معنا الضغط الكلي الحاصل على المكبس المفروض الثابت وإذا ضربنا هذا
العدد بالمسافة التي يقطعها المكبس في جريانه الكامل فينتج مع الزمن
والقوة الديناميكية التي تحصل بضغطه المكبس وبالجملة ينشأ من هذه القوة
المضروبة في عدد ضربات المكبس التي تؤذيها الآلة في اليوم تأثير الآلة
الكلي الذي تحدثه في كل يوم وليست هذه الحسابات الا قاعدة تقريبية
كمباري حيث انها تفرض ان البخار يتحرك بالتساوي على المكبس مدة

سيرة كما اذا كان ساكنا

(الدرس الرابع عشر) -

(في الكلام على الآلات البخارية ذات الضغط المتوسط والضغط العالي)

قد استعمل ارنور ارنولى مع التاج قوة البخار بضغطات اكثر من مغطات
الجو البسيطة ولذا آلة التي استعملها وصف مخصوص وهي ان لها اسطوانتين
عومسان الاسطوانة الواحدة في الآلات الاخرى وارتفاع الاسطوانتين
واحد واحد اسم موضوعه على جانب الاخرى ومحورهما رأسيان كحور
الاسطوانة الواحدة المستعملة في آلة واط

ولتين بحرفي ث ش شكل ٤ لوحة ١٣ الاسطوانتين اللتين
يتحرك فيهما مبادسا ح ع المتحركتان برصاص واحد وتلقى مباشرة
اسطوانة ش البخار المحرك الذي تأخذه من القازان بحدتي ا - و صل
البازر الاعلا من اسطوانة ش بالبرق الاسفل من اسطوانة ث وكذلك
البازر الاعلا من اسطوانة ث موصول بعمل بالجزء الاسفل من اسطوانة
ش وبالمثل اسطوانة ث يكون لهما اتصال بالمحزن في نقطة هـ ف
وبواسطة الدارات يمكن فتح وعلق اتصال كل مجرى من ا - هـ ف مع
الاسطوانات متى فتمت عند ا من القازان مع الاسطوانة الصغيرة فان
منفذ ش الذي هو بين اسفل الاسطوانة الصغرى واعلا الاسطوانة الكبرى
يكون ممتوما كذلك مثل منفذ ف الذي بين اسفل الاسطوانة الكبرى
والمحزن وتكون الثلاثة منافذ الاخر التي هي - ع هـ متفردة وتفتح
متى فتحت الثلاثة المتقدمة وبالمثل يلاحظ ان المكبس يصعدان وينزلان
في آر واحد فادفعنا مثلا انهما يبلغان اقصى درجة من الارتفاع في سيرهما
متى ابتداء البخار بالاتقال من القازان في اسطوانة ش بحرفي ا فيدفع
ذلك البخار المكبس الصغير من اعلا الى اسفل وبهذا الضغط ينقل البخار
الموضوع تحت مكبس ح في الاسطوانة الكبرى بحرفي ش على مكبس ح

الذي ينزل مثل المكبس الصغير واما البخار الذي يوجد تحت المكبس الاكبر
فانه يصير في المسخن الذي فيه جذب الماء المبرد حيث انه مضغوط بهذا
المكبس وبهذه الطريقة يصل المكبس الى اقصى درجة في سيرها فاذن تنقل
منافذ اشرف وتفتح منافذ سهه وبهذا تحصل النتيجة المخالفة
وينتقل البخار الجديد اولاً من القازان تحت المكبس الصغير والبخار الذي كان
يوجد فوق المكبس الاصغر ينتقل تحت المكبس الاكبر ويرفعه وبالجملة يصير
البخار المنجمع فوق المكبس الكبير ساخنًا بمنفذ هه الى ان يصعد المكبس
ويبلغ اعلالدرجة من الارتفاع في سيرها

وينبغي لنا ان نلاحظ بان المكبس الصغير يكون مدفوعاً بالبخار مع جميع قوة
الضغط التي تكون له في القازان بخلاف البخار الذي ينتقل من الاسطوانة
الصغيرة الى الاسطوانة الكبيرة فانه يشغل مسافة كبيرة ويتحرك في الامتداد
وبالجملة نستنتج من قوته لامتدادته منفعة عظيمة واذا اعتبرنا كمية البخار
المسخن في كل ضربة من ضربات الرصاص فالتأثير ان البخار لا يسخن الا اذا
كانت قوته المرنة مستعملة بطريقة نافعة في معظم امتداده وهذا ما ينشأ عنه
فائدة عظيمة جداً في آلة واط المستعملة بدون حركة البخار يكملون في كل
ضربة من المكبس حجماً من البخار يساوي حجم الاسطوانة من ابتداء المكبس
الى التاعدة السفلا وذلك اذا كان المكبس في النقطة العليا الى القاعدة العليا
متى كان في النقطة السفلا فعلى ذلك يوجد توفير جيد في آلة وولف ويظهر
لنا منها عظم التاثير النافعة المتحصلة من الآلات المبنية على مقتضى هذه
الآلة العظيمة

ولتسلك الآن على بعض تنبيهات تتعلق بالآلات ذات الضغط العالي
والمتوسط في نسبة منتظمة في اكدمية العلوم باسم الجمعية المنوطة باظهار
الفوائد والمضرات التي تنشأ عن استعمال آلات البخار ذات الضغط العالي
والمتوسط لا سيما بالنظر الى الامن العام ثم نشرع في وصف آلات وواف
وتتبعها بوصف آلات تروتيك واوان

وتسلكم ايضا على الفوائد والمنافع التي تتعلق بالآلات البخارية نقول
 يلزم ان نعد من جملة الفوائد المعروفة للآلات ذات الضغط العالي الآلات
 التي تشغل قليلا من المسافة فإذا اكتفى بصرف قوة مفروضة يلزم ساعات
 كبيرة تحتوى على البخار المضغوط جدًا اقل من الساعات التي تحتوى على
 البخار الذي يتفاوت ضغطه قليلا عن انضغاط الحق
 فيستتاد من ذلك ان الآلات ذات الضغط العالي يكون استعمالها حسنا
 اذا لم يكن هناك مانع وكذا المحلات التي تستعمل فيها قليلة الاتساع وحجم
 الارض كبير جدًا

واذا كان هذا فوائدا في استعمال الآلات ذات الضغط العالي فيكون
 بالخصوص في المحلات التي لا يبيع فيها كثير من الممارات الصناعية والمساكن
 المخصوصة لكل عمارة من الورش الا كونها تأخذ مسافة قليلة الاتساع
 في مسافة قليلة المراد منها استعمال قوة كبيرة لاحداث نتائج عظيمة جدًا
 وكذلك يكون استعمال الآلات ذات الضغط العالي مفيدا في داخل المعادن
 التي لا يؤخذ فيها الا مسافة قليلة بالنسبة للمسافة التي تؤخذ في القلاة
 فمن ذلك نرى ان الآلات ذات الضغط العالي تكون مستعملة كثيرا في المدن
 الصناعية ولاشغال المعدنية

وللآلات التي لها ضغط عالي فائدة اخرى اكبر من الفائدة الاولى تتعلق بتوفير
 الوقود الناشئ عن تأثيرات الحرارة المرتفعة
 ويمكن ان نبين هذا التوفير بطريقة حقيقية على مقتضى الحالة المحككة
 وبالنسبة الى تأثير الآلات الكبيرة البخارية المستعملة في اشغال معادن
 قوتة كورنويل ييلادانكلرة

ولاجل معرفة الفوائد التي يجب على اصحاب معادن كورنويل ومستخرجيها
 البحث عن وسائل ازيد محصول الآلات البخارية وكذلك عن قياس نتيجة
 الطرائق الخاصة بطريقة زيادة هذا النوع يكنى ان تأتى بهذه
 الملاحظة وهي ان مصروف الآلات واستعمالها في نزع المياه في معدن

كبير من الفحم يبلغ سنويا ٢٥٥٠٠ لوراسترلنغ اعنى نحو
٦٣٠٠٠٠ فرنك

فلذلك اراد عدة من اصحاب معامل النحاس والتزدير الموجودين
في قوتة كورنويل سنة ١٨١١ ان يعرفوا حقيقة الشغل الجارى
بالآلة البخارية فاتفقوا على كونهم يعلقون في كل واحدة من هذه الآلات
البخارية عدادا مصنوعة بتعشق الطارات مثل تعشقات الساعات الدقيقة
فصارت هذه العدادة موضوعة بحيث ان العقارب تين على وجه الساعة
الدقيقة عدد درجات رفاص الآلة البخارية وينطبع على هذه العدادات
وسلاحتها ميكانيكى مؤتمن يعول عليه وصارت آلة كل عدادا بأسرها
موضوعة في علبة مضمونة بمفتاح بحيث لا يمكن لاحد غيره تغيير عقاربها
او ابطالها

وقد عمل للآلات ذات العدادة طرق تين (أولا) اسم المعدن (ثانيا) ابعاد
الاسطوانة الآلة المستعملة في استخراج هذا المعدن بسيطة كانت هذه
الاسطوانة أو مزدوجة (ثالثا) الضغط الذى تحمله هذه الاسطوانة بالنظر
الى سطحها وطول نافورة المكبس فى الاسطوانة (رابعا) عدد طبقات
الظلمبات (خامسا) الارتفاع المتصبل لكل طبقة (سادسا) مدة
الشغل (سابعا) مقدار ما استهلك من الفحم المعين بالميزان (ثامنا) المسافة
التي قطعها المكبس فى الظلمبة (تاسعا) الوزن باعداد الارطال
المرفوعة الى قدم من الارتفاع بميزان الفحم (عاشرا) عدد ضربات المكبس
فى كل دقيقة (احد عشر) اسم صانع كل آلة والمحولات اللازمة
لهذه الآلة

وقد قابلنا على حسب هذه الدائرة العظيمة من التجارب المصنوعة على
القياس الاكبر المطلوب قوة عدة انواع من الآلات البخارية من منذ
عشر سنوات تقريبا

وفي شهر اب سنة ١٨١١ كانت الآلات المستعملة فى معادن

كورنويل الجاري عليها لبحث الذي ذكرناه ترفع الى قدم من الارتفاع
 ١٥٧٦٠٠٠٠ رطل بوزن القمح الهالك

ومن ابتدائهم دقير من هذه السنة نشأ عن التكميلات الحاصلة
 في استعمال الآلات أو في بعض من اجزائها نتيجة متوسطة قدرها من
 ١٥٧٦٠٠٠٠ رطل الى ١٧٠٧٥٠٠٠ رطل

وبعد اتصالات في هذا الجنس وعمل آلات جديدة اكل من القديمة صار
 مقدار هذه النتيجة في شهر دقير سنة ١٨١٢ ١٨٢٠٠٠٠٠
 رطل وفي شهر دقير سنة ١٨١٤ ١٩٧٨٤٠٠٠ وفي شهر مائة
 سنة ١٨١٥ ٢٠٧٦٦٠٠٠

ولاشك اننا نتعجب من هذا التعديل المتزايد الذي في مسافة ثلاث سنوات
 ونصف ازدادت نتيجة الآلات المذكورة اكثر من ثلاثين في كل مائة
 زيادة الاحتراق واحدة وقد ازدادت النتيجة ايضا من امداسنة ١٨١٥
 بواسطة التكميلات التي صارت في عمارة المداخن والقازيات وجميع
 الاجزاء المتروك منها الآلة

وترفع الآن آلات واط المستكملة بحريق مدمن القمح اكثر من
 ثلاثين مليوناً من اطلال الماء الى ارتفاع قدم ويليم ثمانين قرن بهذه الزيادة
 الزيادة لناشئة عن استعمال الآلات التي تنفوق ضغطاتها الضغط البسيط
 وهذه الآلات هي التي صنعت على منوال آلة ووتف وعلى مقتضى
 هذه الآلة عمل معدن ويلور في كورنويل آلة باسطواتين قطر
 متر

الأكبرى منها ٥٣ اصبعاً انكليزيا عني ١٣٥ وقطر الصغرى
 متر

١٣٥ ر

وهذه الآلة رفعت ٤٩٩٨٠٨٨٢ رطل الى قدم من الارتفاع
 بحريق مدمن القمح بخلاف النتيجة المتوسطة للآلات الاخر فانها لم تبلغ الا

٢٠٤٧٩٣٥٠ رطل مرفوعة الى هذا الارتفاع
وفي سنة ١٨١٥ نتج من آلي وولف نتيجة متوسطة قدرها
٤٦٢٥٥٢٥٠ رطل مرفوعة الى هذا الارتفاع

واحد المضار التي توجد في الآلات ذات الضغط المتوسط والضغط العالي
هو تقيص القوة بقدر بعض الاجزاء الاطيفة من تركيبها وبقد البخار الذي
ينتج عن هذه الاجزاء واذا عرفنا حقيقة هذه المعارضة فيستبان لنا ان
التكميلات الجديدة التي حصلت في عمارة العلب البخارية انتصت بلا شك
هذا الضرر العظيم

ثم اتابعنا النتائج التي تنسب للآلات البخارية المستعملة في معادن
كورنيل في مجموع مخزن الفلسفة الذي جمعه ونشره الحكيم تلوك
احد اعضاء الجمعية الملوكية بلنדרه وتوجد هذه النتائج في هذا
المجموع بشهادة اصحاب المعادن وبملاحظة الآلات البخارية المستعملة
في جذب المياه ويرى في المجموعات الانكليزية الجديدة التوضيحات التي نبت
الوقائع والحوادث التي ذكرناها

ونستدل على التوفير العظيم الخاص بالآلات ذات الضغط المتوسط على
الآلات ذات الضغط البسيط بكميات الحريق الهالك الذي تكون قوته العليا
منوطة بصانعي هذه الآلات المختلفة وذلك اذا كان يمكن التحقيق بان احد
القوة التي تسمى بقوة الحصان واحدة لنوع الآتين فاذا لم يكن هنالك شك
اذا اعتمدنا على التعاريف المشورة بالورشتين الكبيرتين اللتين نصنع فيهما
في بلاد فرنسا الآلات البخارية على حسب احدي الآتين

ومما يستحسن كونهنا أخذنا بالتأثير فوعا الى ارتفاع معلوم وحدة لقياس
قوة الآلات البخارية عوضا عن البيان العام الغير المحدد وهذه كمية
يعبر عنهم المناسبة التامة باسم الدينام

فعلى ذلك تعرف نتيجة الآلة النافعة بمجرد عدد الدينامات التي يحدثها قوتها
ويمكن للانسان غالبا ان يتحقق بان الآلة البخارية درجة معلومة في القوة

اذا جعل مكافئاً لضغط الماء معلوماً وقدر المسافة التي يقطعها الثقل بهذا المكبس في ثانية واحدة

واما اجماعاً لضغط المحور ووحدة لقياس جذب البخار فانه يلزم لنا ان ناسب مع التحقق هذا الضغط الى الضغط الذي بين العمود البارومتريكي الذي ارتفاعه ٧٦ ميل يرتفع على حرارة الثلج الذائب

ثم اذا رجعنا الى نسبتة الاولى على موجب التفاصيل التي دخلنا فيها فستخرج من ذلك مع التجربة ان لا ترتداه لمبرن يوجد قوة لشدة الحرارة المحركة المنفوعة الى حرارة تنفق بعدد اتحاد الحرارة الواقعة لصعق الجو البسيط واكن الى اي حد ينبغي وضع ج. ب. بالباروما هو انما هو الرياشي الذي ينشأ عنه نتيجة الآلات الحارية بالطول للحرارة الجذب الذي ينشأ عنها هذا مما لا يمكن معرفته بطريقة محققة بجزء البصر

وربما ينشأ عن التجارب الجديدة المصنوعة مع الاهتمام المخصوصة بالحسابات المناسبة لكي تعطى لشقوق المياه الاحاطة بالخاصة من مقدار كل نوع من فقد الحرارة والحركة اما تعطى العمالية النظرية ما نقص منها من الاستكمال الذي به تتم نتائجها المحققة مع تأثير الآلات لجارية الحقيقي بالنسبة لدرجات الضغط المتنوعة

وبقي الآن ان الحاريب المصنوعة مع الاهتمام مدة سنين عديدة اطهرت بطريقة حقيقية لتوفير اندي يوجد في استعمال الآلات التي عمل بها الحار سعة كبر من ضغط الكرتين الهوائيتين لاثبات صورتهما بالبطر لسانة الصغيات التي تفوق الضغط البسيط

والى الان لم تقابل الآلات ذات الضغط البسيط الا بالآلات ذات الضغط المتوسط فلتنبأ بلها الان بالآلات ذات الضغط العالي التي من شأنها كما هو المعلوم الشغل بدون تسخين الحار

واول من استعمال الآلات ذات الضغط العالي هو ميسو تروريك في بلاد انكلترا وميسو اوليويدايوان في بلاد امريكا

وفي اقليم بيرون اضعمل عدة من المعادن العظيمة حتى صار بعضها غير قابل للاستخراج لعدم اقتدار الانسان على تنشيفها وفي هذه الحالة خطريال ناظر للمعادن ان يعرض لمسيو ترويتيك في تحصيل الآلات ذات الضغط العالي الخاصة لجذب المياه من هذه المعادن النفيسة في مدة قليلة صار عمل نسعة آلات في جنوب انكلترا وقلت في اقليم بيرون في آخر سنة ١٨١٤ من الميلاد

فادت لهذا الاقليم عدة منافع حتى ان خازنار هذا الاقليم عرض بان يرفع لمسيو ترويتيك تمنا لا من النضه يستدل به على انار الدنيا الجديدة ولتشكك الآن على الآلات ذات الضغط العالي التي ينسب اختراعها الى اوليوه ايوان فقول ان هذا المهندس الماهر عمل من هذه الآلات عددا جسيما نشأ عن معظمها توفير بليغ في حرق الوقود

وفي فيلادلفي لما عرفت الآلة ذات الضغط البسيط التي كانت تستعمل في رفع المياه اللازمة للمدينة بالآلة ذات الضغط العالي المصنوعة على نسق آلة اوليوه ايوان بلغ مقدار التوفير في الحريق ٨٥ فرنكا في كل يوم بحيث يكون مقداره في السنة ٣٠٠٠٠ فرنك وذكر هذه الواقعة مسيو بارتقون في تاريخه الذي ألفه في الآلات البخارية لكن فات هذا المؤلف المذكر كونه لم يذكر كمية المياه المرفوعة ولا ارتفاعها ولا وزن الحريق المستعمل في احداث هذه النتيجة

ومن وفور الحظ كون مسيو مارستير ذكر في رسالته التي ألفها في شأن بجارة الاقليم الجمعية الخواص اللازمة للمعاشة التي نحن بصدد ها وقد ترفع الآلة المصنوعة في فيلادلفي في مدة اربع وعشرين ساعة اكثر من عشرين الف برميل من الماء الى ٣٠ مترا من الارتفاع وتحرق في اليوم $\frac{1}{4}$ ٤٣ استيرا من الخشب ولم تتكلف الآلة ذات الضغط العالي التي تحدث هذه النتائج سوى ١٢٣٠٠٠ فرنك بخلاف الآلة ذات الضغط البسيط التي قوتها كقوة هذه الآلة فانها تتكلف ٢٠٠٠٠٠ فرنك لتشغيلها في امريقة

مثل الأولى كما ذكره ماسينيو مارسيتير
وأما الآلات فتمتثل في البخار بضغط ثمان أو عشر طبقات جوية وعمل
في امره بجملة من هذه الآلات يقع منها عدة منافع أصلية
ولما عرض ديوار القديم المحمودة بأمر سنة ١٨١٤ من الميلاد في شأن
تقدم لليونامعة في عمدة أوزون ذكر أولوية يون وعدم
فعلى الأخير رابعى وحده في هذا المراسلة من شأن أراء الديونار على
شهادة دامة زيد من ذلك حيث أعطى له على سبيل الانعام مائة عشر سونات
بمراسل من أمهات لأكمل اختراع آله ذات الضغط العالي مثل ما حصل
من ١٨٤٥ في تتر ماسينيو واط وبولتون في نظير اختراع آلاتها ذات
الضغط البسيط

وتدأ في استعمال الآلات ذات الضغط العالي بالتدريج شيئا فشيئا
في لافليم المصنعة كما قال ماسينيو مارسيتير في سياحته بأمره وعلى
تتأني ما عده البعض من أن يربط بهم أن استعمال هذه الآلات تسع
في ارتباطها بغير عوض عن مائة صر

وأما استعمال البخار في كثير من صناعات الحديد ومع ما عده من المنافع
تتأني ما عده البعض من أن يربط بهم أن استعمال هذه الآلات تسع
في ارتباطها بغير عوض عن مائة صر

ومن ذائق هورن لوزير احذسة ١٧٨١ فرمان اختراع الآلة
البخارية التي تستعمل بالاسطوانتين بجزء ضغط البخار البسيط لتقصد به تشغيل
البخار داخل في الاسطوانة الأولى عندما يدور دليله بالاسطوانة الثانية

و سنة ١٨٠٤ وجع ماسينيو وولف الى هذه العملية ولكن عرضا
عن كونها تستعمل بالاسطوانة الأولى البخار الذي يؤديه القازان على حرارة
١٠٠ درجة وعلى ضغط البخار البسيط استعمال البخار المرتفع على عدة
طبقات جوية وهذا هو الذي أعطى له طريقة احداث الدفع الجسيم وتحصل
على نتيجة نافعة اكثر من النتيجة التي كان يتطرق تحصيلها من آلة هورن بلوير

ولم تكن الحسابات التي فرضها ووافق صحيحة في الاصل بل انه بمجرد ما زادت الحرارة تحدث ضغوطات قليلة اقل مما يشرتها المذكور
 ولوان ووافق غلط غلطا كبيرا مثل ما غلط هورن بلوير وايوان و تروتيك
 في منافع آله لم ينشأ من هذا الغلط عدم فائدة هذه الآلة حيث استبان
 هذه الفائدة في الجدول الذي ذكرناه في الدرس الثالث عشر بحيفة ٣٧٨
 في شأن القوة الحاصلة من البخار المرفوع الى الحرارة التي تعادل ضغط عدة
 كرات ينزل تلك الحرارة

ويلزم في آلة ووافق كما في آلة واط ان طرح من الضغط الحاصل من
 البخار المحرك مقاومة الضغط الناتج عن البخار الناقص في التسخين بالكلية
 وهذه المقاومة تعرف متى عرفت الحرارة التي يحصل بها التسخين
 وينسب لو وافق بعض تصليحات أخرى في آله مانع فقد الحرارة فلاجل تدارك
 هذا النقص كان يلف اسطواناتها بغطاء عظيم يدخل البخار بين الغطاء
 والاسطوانات لكي لا يكون ظاهر الاسطوانات معرضا لتأثير الهواء الظاهر
 مباشرة ولا يفقد شيئا من القوة المحركة بواسطة البرودة
 وقد عرضنا لتأدية البخار الذي يدور حول الاسطوانات في الغطاء الذي
 ذكرناه بواسطة قازان ومستوقد متربعين وهذا ما ينشأ عنه فائدة التوفير
 في المصاريف والوقود

وقد رأى ووافق ان آلات واط كان يمكن تصليحها بان يضع فيها البخار
 مضغوطا وقت احداثه ومنبسطا وقت عمله ويكفي لذلك ازدياد قوة القازان
 وكذلك غطاء الاسطوانة وتناسب تركيب السدايد وابعادها بحيث ان البخار
 الذي يأتي من القازان يصل بالتدريج الى الاسطوانة بمنفذ يتسع شيئا فشيئا
 فهذه الطريقة يمتد البخار المضغوط جدا قبل وصوله تحت المكبس ولا يترعه
 بشدة خطيرة تضر بالآلة

ولا يلزم الادخال بعض البخار بحيث يملؤ بعد انبساطه جميع سعة الاسطوانة
 فعلى ذلك يلزم في هذه الآلة قفل سداة مجرى البخار قبل ان يصل المكبس

الى نهايته ومن السهل كونه نجس الى اى ارتفاع يصل هذا المكبس
في الوقت الذي تغلق فيه السدادة

وينشأ عن هذا التحسين مناسبة واخفة مع التحسين الذي عمله واط في آله
بامتداد البخار تحت ضغط الجوى والقصد من الجمع الذي يناء تنقيص
تحت السدادة البخارية بالتدريج عنده ما ينزل المكبس عوضا عن كونه
يقف على بعض نقط من نزوله وفائدة هذا الوضع تصليح الآلة لزيادة على
ما هو عليه

قد اخذ ووافق اذنا ثانيا باخترع تحسين البخار في الاسطوانة التي يشتغل
فيها وفي سنة ١٨١٠ اخذنا ثانيا لاجل تكميل القرمان الاول
وحفظ البخار الذي يمكن تشتته بين الاسطوانة والمكبس

ولهذا السبب منع البخار من ان يؤثر في المكبس بل يؤثر في سايل كالزيت او اى
معدن سيال متى كان البخار داخلا في سعة منفصلة عن الاسطوانة.
والمكبس الذي يصل بهما بواسطة مجرى مملو من السائل الذي ذكرناه وهذه
التحسينات بدبعة مطابقة بالكلية

وفي سنة ١٨١٥ عمل في قوتية كورنيل الثان من الآلات البخارية
الكبيرة في المعادن المعروفة باسم وبال وور ووبال ابراهيم لاجل رفع
المياه وحائات الآلات هما اللتان ذكرناهما في القرمان المذكور في صحيفة
٤٢٥ وفيه ذكرنا اشغال الماء المرفوع بالآلات بالاقيسة الانكليزية
وسنحواها الآن الى اقيسة فرنساوية ونقوم بالاحاد الديناميكية نتيجة
تلك الآلات ولذلك علمنا هذا الجدول

حريق لاجل الاحداث		ارطال ماء	
٦ دينام من النتيجة النافعة		مرفوعة الى قدم من الارتفاع مع مد من القبح	
ب ساعة واحدة	٢٤ ساعة	كيلو غرام	
٥,١٧	١٢٤,٢٦	٢٠,٧١	١٥٧٦٠٠٠٠
٤,٧٦	١١٤,٣٠	١٩,٠٥	
٤,٤٨	١٠٧,٦٤	١٧,٩٤	١٨٢٠٠٠٠٠
٤,١٢	٠٩٨,٩٤	١٦,٤٩	١٩٧٨٤٠٠٠
٣,٩٣	٠٩٥,٢٨	١٥,٨٨	٢٠٧٦٦٠٠٠

واذا استعملنا آلات واط بضغط اكبر من ضغط الكرة البسيط فانتصل الى كوتنا نحصل منها نتيجة نافعة هكذا

٣٠٠٠٠٠٠٠ ٩,٣١ ٥٥,٨٦ ٢,٣٣

النتائج النافعة التي تحدثها آلات وواف

٤٦٢٥٥٢٢٥ ٧,٠٦ ٤٢,٣٦ ١,٧٦

٤٧٩٨٠٨٨٢ ٦,٥٥ ٣٩,١٨ ١,٦٣

ومن المحقق ان النتيجة النافعة في الات وواف تنقص مع الزمن انقصد القوة التي تحصل من استعمال المكابس والسدايد والاسطوانات ويمكن هذا النقصان في القوة لا يظهر لنا جسيما كما يظن بل انه يترك هذه الآلات فائدة مشهورة جدا ويمكن معرفته هذا بالجدول الآتي وبمحصولات الفائدة اقليلة التي تحصل من الآلاتين الكبيرتين المؤسستين على حسب آلة وواف وها هو الجدول

شهور محمولات

ماية سنة ١٨١٥ ٤٩٩٨٠٨٨٢ رطل مرفوع الى قدم من الارتفاع

مارس سنة ١٨١٦ ٤٨٤٣٢٧٠٢

ابريل سنة ١٨١٦ ٤٤٠٠٠٠٠٠

مائة سنة ١٨١٦ ٤٩,٥٠٠,٠٠٠

بوينية سنة ١٨١٦ ٤٣,٠٠٠,٠٠٠

ويرى (أولا) أن تسخين شهرماية في السنتين واحدة (ثانيا) اتنا إذا أخذنا
نتيجة شهر بونية سنة ١٨١٦ مقداراً عادياً للشغل مع هذه المدة فينتج
عنه بعد ستة عشر شهراً من الشغل نتيجة الآلة المؤسسة على حسب آلة
وولف ويخرج عنه أيضاً ثلثة بالاقبل ١٠ في كل مائة على آلة واط
الكاملة وذلك إذا فرضنا أنهم يستعملون آلات واط بضغط يفوق ضغط
الكرة البسيط فوقاً بناينا

وتختلف القازانات التي كاستعملها وولف عن القازانات التي كانت
تستعمل في الآلات التي لا ينبغي للخارج أن يكون حاملاً في الالبضعة مغاير
قليلاً عن ضغط الكرة البسيط والماء المراد تصعيده موضوعاً
في اسطوانات صغيرة أي أنابيب من حديد وتسمى بأنابيب الغليان وحيث
كانت هذه الأنابيب موضوعة في محل أفقي فكانت معرضة لتأثير الالهب
مباشرة وفيما اتصال يرتفع به البخار ويرجع في الاسطوانة الصغيرة ويستعمل
لذلك بجملة من أنابيب العلي يكون كبرها بقدر كبر قوة الآلة وسهل معرفة
السبب الذي كان يحمل وولف على كونه يستعمل عدداً بأنابيب الغليان
ذات القطر الصغير عوضاً عن اسطوانة واحدة كبيرة وذلك أن قوة
الاسطوانات المعدنية لكي تقاوم ضغط السائل المرن المشتملة هي عليه هي كناية
عن قطر تلك الاسطوانات

ومن الضروري عل هذه الأنابيب من الزهر اللطيف جداً وأن يكون
دامقاومة واحدة في جميع أجزائه بحيث لا يخشى فساداً من جهة

وكذلك لا ينبغي أن تأخذ اعتقديان يعطى لأنابيب العلي سمك غير محدود
وقد ظهر بالتجربة أنه متى تجاوز السمك بعض حدود فإن انبساط السطح
الداخلي الذي بتأثير الحرارة لا يلزم أن يكون الامساك بالسمك السطح
الظاهر لا يمكن أن يكون كذلك بتأثير الشكل الاسطواني وأنه ينبغي للسطح

الظاهرى أن ينشق متى تعدى سمك الاسطوانة عدة حدود
وفي لوحة ١٢ يدل كل من شكل ٢ و ٣ على القطع الطولى
واقطع المعترض الذى يوجد فى القازان المسبوك من حديد الزهر مع انبوبة
بب الغلايين وكانونهما وقازان ثث يتركب من قطعتين مجتمعتين
بواسطة زمامات ا الداخلية وحرف ت تبين محل الانسان وحرف د
يدل على فتحة مجرى التغذية وحرف ت يدل على فتحة مجرى البخار و ص
يدل على سداة الامن و ب يدل على انبوبة الغليان المتصلة بفتحات
١١ مع القازان وحرف ف يدل على المستوقد
ثم ان مسيو ايدوارد شريك مسيو وولف قد ادخل فى فرانسا آلات
بخارية تشتمل على فائدتى آلات واط وعلى ضغط آلات تزوك العالى
وقازاناته تشبه القازان الذى ذكرناه آنفا وكان يستعمل المسخن وكان
يحصل البخار كما يحصل فى آلات واط ذات المنفعتين
وقد عمل مسيو ريشارد العظيمة من هذا الجنس قوتها ساوى ستة خيول
أربعة وثلاثين ديناراً تستعمل فى تحريك امشاط الصوف الغليظ وتنوب
عن ميدان له اربعة خيول تأدية خدمة كان يلزم لها اثنا عشر حصاناً
وفى هذه الآلة يوضع الكانون من الخارج ويحرق دخانه الخاص بمعنى ان
دخانها يستعمل فيه ولاجل تدوير هذه الآلة يكفى مكبان وحفنينان
وسدادتان ورقاص من حديد الزهر يكون موضوعاً على اربعة عواميد على
شكل الهرم ذى الاربع زوايا ويتلقى فى احد اطرافه حركة قضيب المكابس
بواسطة متوازى الاضلاع المزدوج ويوصل هذه الحركة للطلوبية الهوائية
المحتوية فى المسخن والمترفع هذه الطلوبية الماء البارد من البئر فانما تصرف
استعمال الباش اى حوض الماء ويوصل الرقاص حركته ايضا الى ملوى
عامود الطائر بواسطة البيلة وهذا العامود يوصل حركة دورانه الى المحرك
الذى يحكم على حنفية ادخال البخار فى سدادتى مجرى البخار المقفولتين بقفل
مزدوج ويفتحان بالتعاقب بواسطة الذهاب والاياب الناشئ كل منهما

من حركة الدوران المحيطة بالنافذة لمشاركة البخار مع المسخن وفي عامود الطائر
يفلق العامود الذي يضم الحركة على امشاط الصوف
وبعد ان تنفذ الطلوبة الصغيرة انفذية في القازان الكمية اللازمة من الماء
المخرج من المسخن وهي كمية يمكن تنظيمها على حسب الارادة فان الزيادة
تسبيل في الخارج

وتختصر اسطوانات البخار الغير المتساويتين في غطاء واحد ~~ببول~~
ويكونان غالبا محاطتين بالبخار الذي يجعلهما في درجة واحدة من
الحرارة مثل داخل القازان وتكون كلفة المكابس المعدنية مركبة من عدة
قطع من دايرة من النحاس مضغوطة من داخل الى خارج باليايات على
الجوانب الداخلية المتعلقة بالاسطوانات البخارية وهذه القطعة تصقل
بانحكا كما داخل الاسطوانات اكر من استعمالها بسبب ضغطها البخاري
القليل وبالعكس ذلك الكلف المستعملة عادة فانها تسد هذه الاسطوانات
وتحتاج الى تصليح جديد يستلزم كثير من المصاريف وقد قال مسيو
ابيدوار ان المكابس ذات الكلف المعدنية يمكن استعمالها مدة طويلة بلا
تصليح بالكلية فينتج عن ذلك توفير جسيم في الآلة

ويوجد في حركة الحنفيات انتظام كامل وكذلك في حركة سدائد السيلان لاجل
التسخين وهذه السدائد توضع في علبة بخارية تكون قطعة واحدة من السبب
ومعلقة تعليقا جانيا بقرب رأس غطاء اسطوانات البخار

وقد حسن كل من مسيو اوتكان واستيل تحسينا بدعي في آلة وولف
حيث استعمل ثلاث اسطوانات عوضا عن الاسطواتين مع كائون بمسودة
بدور كما ذكرناه في لوحة ١٣ شكل ٢ و ٣

وبدل شكل ٢ على سطح دربرين ج الذي يدور على محور أفقي يستعمل
محروط معدني المزين بالاسنان المنحنية أو الملتفة في سقوط تراب
الفتح مع الانتظام كخلق الطاحونة في سقوط المقيس في قادوس ل ت
شكل ٣ فعلى ذلك يمكن وضع القادوس في نقطة ل فوق المخروط

وحركة الآلة البخارية التي تدور هذا المخروط تنزل الفحم وتدور شبالة ج
الذي يتلقى الحريق مع الانتظام في جميع دوراته
وتتصلكم الآن على آلات اولويه ايوان وتروتيك ذات الضغط
العالى فنقول

ان اولويه ايوان مثل وولف توسع في قوة البخار الميكانيكية للجرارات
المرقعة واستتجابها منافع كبيرة باستعمال البخار في الآلات ذات الضغط
العالى ولكن اذا نظرنا لتقويمات ايوان من اوجه كثيرة فانتاجد الآلة
التي احدها هذا الرجل الماهر كثيرة النفع بالنظر الى توفير الحريق لاسيما
في الآلات التي يلزم ان يكون للآلة نيم اقليل من الثقل بالنظر لقوتها وقد أظهر
ايوان مختصر مؤلف ميكانيكي من معرجية الآلات البخارية وذكر
هوفيه قواعد ووسائله التي يعمل بها

ثم ان ايوان شرع في ان يستعمل للقازانات اسطواناتين متماثلتين لاسطواني
البنار وعبر عنهما بحرف ث ث شكل ٥ لوحة ١٣ واحدى
الاسطواناتين توضع في الاخرى تحت مركز الاولى بقليل حتى كانتا موضوعتين
وضعا اقشيا و يترك الموضع اللازم لتكوين البخار فوق الماء الذي يغطي
بالكلية الاسطوانة الداخلية ويكون طول الاسطواناتين واحدا وكلتاها يلزم
ان تكون في عمق واحد وتعمل النار في الاسطوانة الداخلية التي تكون محاطة
في جميع جهاتها بالماء وبالجملة تكون الآلة داخله في البناء والمجرى التي توصل
للمدخنة توصل الحرارة في الاسطوانة الخارجية التي تدفعها مباشرة بجميع
طولها وقد استعمل ايوان لقازاناته احسن مصفح من الحديد ولم يعمل
القعود من حديد الزهر الا بعد التحقق من ان هذه القعود لا تباشر النار

ويمكن ان تكون الآلة البخارية مؤسسة على مقتضى آلة تشبه آلة واط
ولكي يكون الميزان منتظما بطريقتة حسنة يلزم في الوقت الذي يرتفع فيه
المكبس الى نهايته ان تنفتح سدادة لكي يدخل في الاسطوانة جزؤ من البخار الذي
ينزلها ويلزم ان تغلق هذه السدادة بعدما تترك كمية من البخار تنزل المكبس

الى اقصى درجة من حرارته ويوجد في طرف الاسطوانة الداخلي سداة
اخرى تدخل كمية قليلة من البخار المرفوع الى الضغط العالي انكافي لصعود
المكبس ثانيا الى اعلا درجة من سيره

ومتى كان اندفاع البخار يفوق ضغط الكرة البسيط فال التجربة تبين ما يلزم من
البحار المرفوع الى الضغط العالي المحدد لكي يتلاءم هذا البخار باحد فاع مسافة
معروضة بان يتحول الى ضغط آخر معلوم

وذكر ايوان ان القارن الذي يبرق كلفه ٣٥ كيلو غراما وبعضا من
النعم في كل ساعة ويحمل حفة ذات فتحة كافية لاسداد البخار في اسراع
على ضغط كرة بسيطة . يعنى لهذا البخار سرعة ٤٠٦ امتار
في كل ثانية

ومتى أراد ايوان استعمال ضغط ٨ كرات بجداره يـ في دخول
البخار الجديد في الاسطوانة مع الشدة أو بالمكبس الى الوقت الذي يقطع فيه
هذا المكبس الجزء الثامن من سيره واعظم تسمير يـ في اساطه وتـ بان
يدفع المكبس ويحرك الآلة الى نهاية سير هذا المكبس ومع ذلك كل مرتبة
ايوان حساباته على فرض كونه يدخل بخار جديد في المكبس الى الوقت
الذي يحوى فيه هذا المكبس ربع سير جديد

وقد استعمل ايوان التعمية التي رارط لومبة صغيرة كابسة جارية لحارات
التصاعد وازال الم يكن هذا الماء خاصا فانه يحصل لحرارة القارن الداخلية
نقص كبير وهذا هو السبب في كوننا نعمل فارا نا صغيرا جهة القازان الكبير
ونسخنه اما بكوننا نتفد فيه لبحار الذي يعرج من اسطوانة الآلة واما ان
نسد فيه مجرى الحرارة لتي توصل الى المدخنة بعد ما تنزل القازان الكبير

وبهذا الوضع تجذب الملوحة الصغيرة الغدايسة من البئر الماء لباراد ومن
الحوض اوس مجرى ماء آخر لكي تصفطه في القازان الصغير الذي يـ في علوا
دائما مع انه يؤدى الى القازان الكبير بلا انقطاع بمجرى المشاركة
ولما استعمل ايوان المسخن البخاري اشتغل بوسائط تكميل الحركة

التي تتعلق به

وفي آلة واط يسقط جزء من الماء الذي استعمل في التسخين ويخرجه بطلموسية
جاذبة في القازان لكي يغذيه ويقويه وحيث ان البخ اللازم لتسخين البخار
يدخل في المسخن ماء جديدا بلا انقطاع ويكون هذا الماء واصلا للقازان على
الدوام فيكون خروج الهواء المطروف في هذا الماء مستمرا كبقية رسوب
المواد التي يحتوي عليها الماء في التحليل وتبقى في قعر القازان عند تصاعدها
الماء وينتكون من هذا الرسوب قشرة غير موصلة للحرارة وهذا ما تسبب عنه
حرق معدن القازان واستهلاكه عاجلا ولتزد على ذلك انه يلزم كثير من
الزمن والمصاريف كلما اردنا مسح قعر القازان وهذه العملية تعاد غالبا
وهالك الكيفية التي تداركها ايوان هذه المضرات وهي انه يغرس في الماء
البارد المحيط بالمسخن اناء من معدن ذي حوض من الهواء ويكون اناء
المحتوى في الاناء محبوسا على ان يصنع بمرونة الهواء بوزن مستمر اذا خلا
في المسخن وطلموسية التفريغ التي تجذب الهواء والماء الحامى من قعر المسخن
توصل لاناء البخ كية من الماء على قدر ما يحتوي هذا الاناء وما بقي من الماء
الذي يوجد في المسخن يجري بطلموسية التفريغ على الدخول في القازان المغذى
بعد اخراج الهواء بلمحة ذي سداة مصنوعة في اعلا حوض الهواء المعمول
لهذه النتيجة على منفذ الماء من ابتداء المسخن الى قازان التغذية ويدخل ماء
المسخن باحد اطراف الاناء الجناخ ويخرج بالطرف الثاني للتبريد ويصير صالحا
للتسخين فبدل ذلك يجنب ادخال الماء الجديد ويستمر على سير الآلة بكمية الماء
التي كانت فيما في اول الشغل

واذا طرنا هذا الماء على الدوام فانه يتخلص مع السرعة من الهواء المشغل
عليه ويصير الفراغ تاما متى اخذنا بخار الماء بخرج الماء البارد ومنبين الدوران
الواضح الذي يحصر آلة ايوان لوحة ١٢ فنقول (شكل ١) حرف ا
يدل على الاسطوانة البخارية و ب على الاسطوانة المشتملة على مرقش
(اي حجر رخام) الذي فيه يسخن البخار عند اتفاله يجري ث و س

يدل على اتبعية لتسرح و د على طلوع الماء لدار الذي يصل بقصة
 د مع السعة التي تشل على الميرقش وه على طلوع غداية و ج ج
 على الرافص و ح على سطة ثابتة كنبه الاصلاخ و ك على سطة
 اتصال نصيب المكس بالرافص و و على التصب المعلن من جهة
 في يلون ح الثابت ومن الاخرى بالرافص لمعدس ان يجر نصيب المكس
 خارج الاتجاه رأسي بالترك على مسدد الى مسصل ل و م على
 البيلة و ن ن على طائر شكل ٤ وهو مطع رأسي ذو علة بحارية
 وسدادة امنية دبر عنها بحرف ا البحارية وتكون حركة دورانه مستمرة
 و ر على العاسود المول الحركة الى سدادة ا بواسطة تعشيق ح
 المربع و (شكل ٥) يدل على قطع أفقي على حسب خط س س من أعلا
 الى اسفل و (شكل ٦) على وجه السدادة الداخلي و (شكل ٧)
 على سطح قاع ف ف و (شكل ٤) على العلة التي اعلم انه دور سدادة ا
 ومما لفتت المستديرة ا - -

وسدادة ا تكون منقوفة ببراغ د المربع بعرض واحد على مسافة
 المحور العمود من العلة ومن السدادة مثل فتحات ا - المستديرة وعلمية
 ف ف منقوفة تقدر رأسيًا ثلاث فتحات ا - ث ث و ا هو
 المجرى التي توحد بمكبس الاسطوانة البخارية و ر تدل على هذا
 المكبس و ث التي هي فتحة أخرى قريبة من العلة تشترك مع المكبس
 ويصل البخار من تحت ع و ويقتل بحرف د مجرد ما تفتح د على
 سمت ا أ ر و وبناء على ذلك توصل البخار الى القارن تارة فوق مكبس
 الاسطوانة وتارة تحته وتحت العلة يدل على مجوف ه شكل ٤ و ٥
 الذي عرسه بمكبس في تارة اعطاء فتحات ا ا و ث ث وأخرى لفتحات
 ر - ث و هذا ما يشترك المكبس مع البخار الذي يوحد من جهة من المكبس
 مع ان البخار ينتقل من القارن الى الجهة الاخرى من المكبس و (شكل ٨)
 يدل على سدادة الامن و ث هو البرعة التي حررها المقبول ينطبق على

طرف مجرى ت (ر شكل ٨) يصل بالقارن ويصكون بالجزء الآخر الذي يدخل في الأنبوبة منقبوباً ثلاثة قلوب لتنفوذ البخار و (شكل ٩) هو سطح السدادة وحرف ر ر هو الرافعة الذي ينضم على البريمة بواسطة ثقل ح وشكل ٦ يدل على ارتفاع البريمة وشكل ٧ يدل على السطح الأفقي

وقد اخذ مسميو ترووتنيك ومسميو دويان سنة ١٨٠٢ فرماناً باختراع آلة بخارية ذات ضغط عال بدون تسخين مطبقة على جزر العربات على الطرق العادية ولما وجدوا عمل ذلك يحتاج لكثير من التعب والمصاريف اقتصر على كونها بحيثان عن طريقة تطبيق قوة البخار على حسب العربات في الطرق التي يوجد فيها التزجرجل

وفي سنة ١٨٠٤ صار هذا الاختراع الجديد معروفاً في سكة الحديد المنسوبة الى مرتان تودويل ببلاد فرنسا

وفي سنة ١٨١١ استعمل مسميو بلنك كنسوب الجزارات المسننة التي على التجري عجالات العربات المسننة كذلك الحركة بقوة البخار لا غير وهذا يبيع اتباع الانحدارات الكبيرة أو القليلة من غير ان نحشى ان الآلة لا تسير على الجزارات كما تسير على السطوح المنحنية

وفي سنة ١٨١٢ اخذ مسميو ايدوارد ووليان كامبان فرماناً لاستعمال التهما الحركة على سلسلة ممتدة في جميع طول الطريق ومثبتة في اطرافها وتعمل هذه السلسلة دورين في مخرج محفور على اسطوانة أفقية متحركة بقوة البخار وهذه طريقة تشبه الطريقة التي يستعملها البخار لكي يرسوا على المرسى بالهلب

وينسب لمسميو بريتون ابتداء آلة عظيمة بدفعة تحرك قوة البخار على الروافع أو السيقان الصناعية التي بها تدفع عربات البخار على الطريق مثل اندفاع العربات الثقالة بواسطة الشفاعة

وقد ذكرنا في لوحة ١٣ شكل ٥ و ٦ طريقتين راسيتين للعربات

البحارية المستعملة على الطريق التي فيها ثل الجز المتسوية لكافة دورات في ابريطانيا الكبرى

ونرى ان الاسطوانة الكبرى المغطية للقازان محتوية على اسطوانة ش الصغرى التي فيما توضع الذار كما ذكر في صحيفة ٤٤٢ وتكون اسطوانتا أ ب موضوعتين في القازان الذي يشقاه الى نقطة أ ب اللذين يكونان معشقين فيها على صورة العربانة البسيطة وتكون قضبان المكابس موضوعة من الاعلا على روافع ل ل و ل ل المعترضة وعلى هذه القضبان تعلق بيئات س س التمييز دوران طارات العربانة الاربعة بواسطة شوحية موضوعة على أ ب انصاف اطار كل طارة وتحتل على عمود اسفل البيلة ويرى في ت ت (شكل ٥) دليلان لتنظيم حركة المكابس ومنع البيئات من ان ينسد سبيلهما الرأسي وتنفذ حركة الادراج التي تشبه الادراج التي ذكرناها بالنار بالتعاقب فوق كل مكبس وتحتهم ويرى في ق ق الابوبة التي توصل البحارثانيا الى المدخنة التي ينفترق فيها ولاجل فتح الدرج وقفلها تحتل دائرة ه الصغيرة المتوسطة المحيطة بالمرکز المثبتة على كل محور رافعة ١ و ٢ و ٣ المتعاسة بالذراع التي تؤدى اذ يذب ٤ حركة الذهاب والاياب وبناء على ذلك تؤدى رافعة ٥ و ٦ الصغيرة تحرك الدوران اكي تنبع سدادة البخار وتعلقها و ف (شكل ٥) هو ضلوعية صغيرة كبسة لتغذية القازان و ع (شكل ٦) هو العربانة التي تحمل الماء والوقود اللازم للآلة و ع هو سلسلة ارتباط العربانات بالجرورة بالآلة ويدل (شكل ٧) على احدى العربانات التي يرى فيها زمام مع ذراع الرافعة الاكبر التي تستعمل لتحريك في الترويل و ز (شكل ٦) هو سلسلة الغير المتناهية التي تتعشق في شكاين متوברים بين مثبتين على المحاور لكي يكون للبيئات حركة واحدة متعلقة بها على الدوام

(وشكل ١) يدل على المانومتر التي تكملنا عليها في الدرس الثالث عشر

الدرس الخامس عشر في الكلام على مراكب النار وعلى قياس شغل
الات البخارية

واظم استعمال من الاستعمالات المهمة في الات البخارية هو استعمالها في الملاحة وسنيز في هذا الغرض خلاصة اعراضنا لكدمية العلوم على رسالة مسيو مارستير التي في علم الملاحة وتزد عليها التفاصيل الاصطلاحية التي لم تكن داخله في هذا الاعراض ووجدنا لها مدخلا في كتابنا هذا فقول

من المعلوم ان الملاحة كانت بطيئة في التيارات الصغيرة والانهر الكبيرة في مقاطعة التيار واستهلاك مقدار جسيم من الناس والخيول بصعوبة الجزر وقد صارت الملاحة على البعيرات الكبيرة وعلى الابحر سهلة للانسان بقوة الهواء وبواسطة الذلوع لكن لا تعمل هذه العملية الا بالمشقات العظيمة ويحصل لها مع ذلك موانع في بعض الاوقات لا يمكن الخلاص منها مدة لفرط وناات لاسيما مدة سكون الرياح وتكون بطيئة صعبة متى هبت الرياح المختلفة فلهذا كان مثل هذه الاسباب العديدة القوية بقص الفائدة التي تنشأ عن قوة الرياح في الملاحة

واول من عمل بعض تجاريب عظيمة بوسائط آخر ميكانيكية تنوب عن قوة الرياح هو مسيو دو كيه الفرنسي وقد حصلت نتائج تجاريب واشتهرت من ابتدأ سنة ١٦٨٧ الى سنة ١٦٩٣ في مدينة هاور وفي سنة ١٦٩٨ نجح الصودان ساويري في بعض تجاريب مهمة في ملكة انكلترة باعانة حاكم وورستيره فعلم الات البخارية التي تسير بالطارات ذات التوايت وهذه الطريقة بعد مضي قرن نجحت بالكلية في الطريقة الجديدة للملاحة

واكن لم يخطر ببال الرئيس ساويري ان يدخل في القوة المحركة القوة التي استعمالها باكتنه البخارية ولم تكن كامله بحيث تحدث مثل هذه النتيجة ولما كان جون فاناتام الهللي في سنة ١٧٣٦ مساعدا على تكميل

هذه الآلة انسوية لنو و كان ظن ان في طاقته تطبيق هذه الآلة على تحريك المراكب بالطارات ذات التوايت فاخذ لهذه النتيجة تقريراً والزم نفسه بلا طائل بقروج الرياسة البحرية بمملكة انكلترا بالنظر الى مقاصده فطر د ولم ينجح في ذلك

ومن جملة ما اعترض به على هذه الرياسة كون قوة امواج البحر لا تفسد جميع اجزاء الآلة التي توضع في البحر الى عدة قطع متفرقة بحيث تحررها في الماء وقال جوناثان من المستحيل كون هذه الآلة تصير مستعملة في البحر وقت القربونة وعندما تكون الامواج قوية مضرّة

ومع كون جوناثان مخترع مراكب التاركان لا يظن ان يمكن اجراء ذلك لكن التجربة اظهرت بعد ثمانين سنة امكان ذلك مع الفائدة وقد بينت لنا هذه الخاصية كمال تقدم التصورات من ابتداء الاختراعات الى نشاها الذي حصل في العصر المتأخرة

ويظهر ان مقاصد جوناثان لم يصرا اجراها اصلاً وانما في سنة ١٥٧٥ عمل مسيو بريير اول مرة مركب بارولما وضعت هذه المركب على وجه الماء الراكد سارت مع قليل من السرعة حيث ان قوة الآلة المتحركة كانت لا تساوي الاقوة - صان وكانت هذه المركب لا تسير في منق نهر السين مع تلك الوسائط الضعيفة فلذا ترك مسيو بريير مجهوداته وبتس من تجاريه

وفي سنة ١٧٨١ كان مسيو غوفري اوفر حظاً في مقاصده حيث عمل في مدينة ليون مركباً كبيرة الابعاد طواها ٤٦ متراً وكان نهر السادون بطى اتيار ولهذا كان يسمى قصير بالبطى اتيار فلذا كان يصلح لتجارب من امثال هذا الجنس من المراكب ومع ذلك فكان بعض عوارض قد اوقضه عن عمله مع انه كان يمكنه التماهي في مشروعه ولكنه لما ظهرت هذه العوارض والتقلبات ترك فرانساً

وقد نال مسيو دسيلانك بعد هذه التجارب بخمسة عشر اوشمانية عشر سنة من الحكومة الفرنسية فرمانا بتعمير مركب النار

وبعد ذلك بفترة قليلة اتى في مدينة باريس ميكانيكي واكتسب فيه شهرة عظيمة جدا وهو فاطون الذي عمل عدة تجارب في هذا الغرض بقرب جزيرة السني ومن ابتدأ سنة ١٧٨٥ الى سنة ١٨٠١ ظهر ميلير الدالونستون وكلارك وبما نجحوا في مدينة ايتوصيا واستانوب ومسيو بوتير وديكانسون في ملكة انكلترة ولكن لم ينجح في مشروعه احد منهم نجاحا قطعيا

ومن ابتدأ سنة ١٧٨٥ و ١٧٨٦ الى سنة ١٧٩٠ استعمل في امرقة كل من مسيو وبتنك ومسيو ومسه في الملاحه قوه البخار ومع ما ظهر منهما من التجارب النافعة وجدا انفسهما محتررين في بلادهما فانتقلا الى اوربا لكي يظهر اختراعهما

وبعد مدة طويلة بسبب معارضة بينة لما لم يجد مسيو فاطون في ملاحه فرأنا التجار يسهولة ولا فوائد محقة ورأى ان اعراضاته احييت على اول قنصل بخصوص استعمال المراكب البخارية لاجل تكوين العمارات الصغيرة المراد عملها لاجل النزول في ملكة انكلترة وبس من النجاح في اوربا القديمة رجع الى وطنه ونوى على كونه يتقل في امرقة الصناعة الجديدة التي ابتدعها في ملكة فرانس

وعضده في هذا المقصد مسيو لانجستون الذي كان اذذاك الحلي الاقاليم المجموعة تحت حماية الحكومة الفرنسية وكان هذا الايلي نفسه مؤلفا لعدة تجارب لسفر مراكب النار في وسط البحر بقوة البخار وكان يتقل هذه القوة تارة بالطارات الاقية وتارة بالطارات ذات الاجنحة مثل طارات الطاحونة على شكل سطح الخط البرقي وشكل ارجل الوز والسلاسل التي لانهاية لها

ولما صارت اهمية الملاحه بالبخار معلومة وتوض قوة الرياح بوساطة ميكانيكية معلومة ايضا في امرقة من ابتدأ سنة ١٧٩٨ اعطى نوبورك الى مسيو لانجستون من ارباع عشرين سنة بشرط انه قبل ٢٠ من شهر مارس

سنة ١٧٩٩ يعمل مركبا تسير في الساعة اربعة فرائخ
وقد حصل مسيو لانجستون بالاستعمال الذي عمله في الآلة البخارية
التي هي اكبر من آلة مسيو يوبير بخمس مرات اوستة فنجاحا عظيما غير
ان هذه المركب لم تبلغ درجة السرعة المطلوبة لانه كان يستعمل مع ذلك قوة
قليلة جدا واما فلتون فانه زاد هذه القوة اكثر من ثلاثة اضعاف امثالها
وقد ارم فلتون الفرقة الانكليزية اعنى واط وبواطون الانكليزيين على
آلة بخارية تساوى قوتها قوة عشرين حصانا ونقلها في امر بركة اكي يركبها على
السفينة الاولى التي عملها فودريك سنة ١٨٠٧ وهذه الآلة
ابتداء السباحة فيها ولكي تقطع افة الماية والعشرين فرسخا التي تشرق
فويورك من الالباني فرض اثنى وثلاثين ساعة في الذهاب وثلاثين
في الاياب فقط

ونشأ عن هذه التجربة دهشة كافية في جميع العقول واجمعت الجمعيات
العظيمة من جميع الجماعات لتقيم عمارة مركب الدار واستخراجها وصار ايراد
بعض هذه المركب جسماجدا والمافع التي استخرجتها الاقاليم الجمعية من
هذا الاختراع فاقت باقى المشروعات الخطرة

ونجح مراكب النار في امر بركة صار عم اقرب معلوما في اوربا فحينئذ
وجدنا اسكنافا جديدا انتقل من الدنيا القديمة الى الجديدة ثم من
الجديدة الى القديمة وباء كس وفي مرة الاخيرة تاصل في الارض بواسطة
المخترعين الاول

وفي سنة ١٨١٢ عملت اول مركب بخارية لاجل السباحة في جزيرة
سبيليا ونجحت فنجاحا عظيما في اربطانيا الكبرى

وفي سنة ١٨١٦ لما طفت باسكترة وجدت فيها فن الملاحة راهايا زاهرا
متسعا بالكمية فاعلمت مدير البحارة والقبائل بالحالة التي وصلت بها هذه
السباحة الى مدينة ايقوسيا وهالك تشرقت بمقابلة الشهير واط وتعلمت
التجارب التي كان يشرع فيها ابن المعلم السى كل الآلات البخارية وكان

شارعاً في تكميل تطبيق هذه الآلات على الملاحة
ومع ذلك صارت التجارب كاملة في فرنسا من ابتداء سنة ١٨١٥ ولكن
كانت الطريق التي كانوا يتبعونها قبيحة والآلات التي كانوا يستعملونها
غير كاملة وكانت الصعوبات والموانع المحلية كبيرة جداً في هذه المملكة
فلذا بطل سعيهم وفقدت الجمعيات في هذا الغرض
فهذا كانت الحكومة الفرنسية ترى وقوع المصائب الكبيرة من الاختراعات
الناشئة من غير روية ولا تبصرو ترى النتائج العظيمة في بريطانيا الكبرى
زاهية كثيرة النجاح في امر يقة التي بسبب بعدها تصدق المبالغة في القصص
المروية عنها وكذلك تصدق السباحون فيما يتقلونه عنها
وفي هذه الحالة كان مدير البحارة لا يتبع الا طريقة الادراك والتعقل
فعزم على ان يرسل للاقاليم المجتمعة مهندسا ماهرا عاقلا يعرف هناك معرفة
جيدة الاشغال التي عمت قبل ذهابه في هذا الجنس وما نتج منها وهذه
هي مأمورية مسيو مارستير
وفي هذا الحال امر مدير البحرية مسيو مونتيجري قبودان القرقاطة
ان يحضر بالركب التي كان حكم دارها وقتئذ في ميناء امر يقة وان يبحث
عن وظيفة مراكب النار البحرية والجهادية
والمقصود ان مسيو مونتيجري يطبع ملاحظاته النافعة البديعية على
مراكب النار بعد عمل الكتاب الذي ابتداء في اظهاره بخصوص الآلات
البحارية

وقد ابطال مسيو مارستير كثيراً من الاشياء الغير المحققة وقرب الى الحقيقة
النتائج الغريبة التي كانت تنسب الى علم الملاحة بالبحار في امر يقة
فما انتقاد للمحولات الدقيقة وللأقيسة الصحيحة لم يجر شياً يصديق او يعتد
وحينئذ استنتج مسيو مارستير انه اذا اريد الوقوف على الحقيقة لابد
وان يجد ان الطريقة الجديدة في الملاحة يتقص ومنها كثر من الفوائد بسبب
ذلك لا يصير قبوها في بحار اوربا وانهارها كما في بحار امر يقة وانهارها ولو كان

ثم فائدة نسيبة قليلة الأهمية برهنت عليها انكثرة
وفي وقت الاضطرابات الكبيرة تظهر المنافع الكبيرة ولم تحقق اى قاعدة
كانت على الضبط والتحقيق الا باختراع مراكب النار وقد صار هذا
الاختراع مفيدا كثيرا لرفع لاول بلدة اخترعها

وفيما بعد بمدة قليلة سلمت مدينة لوزيان بفرانسا لاقليم امرىقة المجمععة
سيرا حدانهر الدنيا الجديدة اكبار تمامه وذلك عند ما ترك التبر برون
المطرو دون اوا الحكمومون في باطر الاراضى عدة ولايات متعدة كان لا يمكن
الدخول فيها حيث تبعدوا طريقا اخرى خلاف طريق الانهر التى تقترع
بمسافات كبيرة ففي هذا الزمن ظهر مع النجاش من الملاحة من يفوق
في السرعة جريان المياه ولا يحتاج لاقوة الريح التى تصعد وتهبط من غير ان
يمكن الانسان الاحتراس منها ولا الطريق الجزر الغير المطروق على شواطئ الانهر
المعكرة المملوءة من جميع الجهات بالغابات الصغيرة

وفي ظرف مدة قليلة بمسافة خمسة عشر سنة تكون كثير من المدن على
الشواطئ التى كانت تعد في امع الصعوبة سكان الضيع من القرى الصغيرة
واحاطا بهذه المساكن المنفردة كنهر من الثرى على جله من الخيلات التى
ذهبت فيها لمراكب جلب التجارة التى غيرت بنفسها سيرها بالنظر الى الاهالى
القديمة والجديدة الموجودين في ليون

وبطريقة ميكانيكية هلت سكنى الولايات التى كانت خربة وتجمع فيها ملل
جديدة ونشأ عن طريق المشاركة هذه التى لم توجد الا من منذ خمسة عشر سنة
احوال صارت مقبولة لدى رتب التعهدات الكبيرة التى حصلت في شمال
امرىقة وهذه هى ثمرة العلوم والصناعة بالنظر الى الجمعيات البشرية * والآن
اذا سارت المركب من مصب نهر مسسين فانه يمكن ان تصعد على
هذا النهر وعلى نهر مسورى الى نهر الحجر الاصفر بان تقطع ٢٧٠٠
فرسخ بحرية اى ٥٠٠٠ كيلومتر (١٢٦٠ فرسخ بوسطة) اعنى انما
تقطع على جريان الماء الطبيعى من الاقاليم المجمععة مسافة تفوق على طول

المائة وخمسين خليجا محفورا يابدى الناس فى ارض ابريطانيا الكبرى
وفى عدة ولايات من مملكة ليون يوجد الفحم المعدنى بكثرة وفى عدة محلات
تنقل المراكب التى تنقل السياحين ومحصولات الصناعة الى البلاد المجاورة
للمعادن التى تؤدى لهم القوة المحركة ولعدم هذا الوقود يظهر فى شواطئ
الانهر العظيمة كثير من الغابات الجسيمة التى مقدار عن اخشابها كما يقال
ليس الاستخراجها

ولا يمكن لاور كاذكرناه سابقا لاسمها فى جزؤها المتخذ ان توصل لهذه الدرجة
جميع السهولات وجميع القوائد وان الملاحة بالبخار لا تحدث فى الدنيا القديمة
تغيرات سريعة سليمة العاقبة كما فى الدنيا الجديدة وسبب ذلك انه يوجد عند
الملل الاوربويه كثير من طرق الانتقال التى لم توجد بامريقة ولكن لآلة
الانتقال الجديدة فى كثير من الاحوال منافع مشهورة تستحق ان يبحث العالم
عن استكمالها شيئا فشيئا بالعلوم النظرية المطبقة على التجربة والمهندس
بالعمل المطبق على النظر

وكانت المراكب الاول التى عملها فلتون مسطحة مثل سفن القرن سابعة ذات
القعر المستوى وفى سنة ١٨١٣ ابتدوا فى كونهم يدورون نصف هذه
السفن الاسفل ومن هذا الزمن كانوا يعملون جميع المراكب البخارية
بان يعطوا الانحناء نصفها الاسفل مداومة كبيرة فى الطول والعرض ولكنهم
يجعلونها مسطحة جدا لى تجذب قليلا من الماء

وقال ميسو مارستير وله الحق فى ذلك انه متى كان جذب الماء غير محدد
ربما صار كثير النفع من كونه يقرب من شكل الاغربة التى كانت من منذ
قرون صالحة للسياحة بالجمازيف

طول المراكب عادة من ٣٥ الى ٤٥ وفى النادر

يتجاوز ٥٠ مترا

ويتغير العرض من ٤ الى ١٠ امتار

ويتغير العمق عادة من ٢ الى ٣

ويتغير جذب الماء من ٢ الى ٢
وكانت المراكب الاولى ضيقة جدًا حتى انه كان لم يكن عرضها الا عشر طولها
واما الآن فان لها من العرض ربع هذا الطول او خمسة ونشأ عن ازدياد
العرض تقصير الطول والعق ومجر الماء من النصف الاسفل بدون تقصير
قوة السفينة وبدون خلل في ثباتها الذي ازداد بهذه الطريقة وذلك اذا لم تقص
شحنها

وبالمجمل لا اجل جذب الماء في السفينة العريضة يكون للمقاطع المعترضة
سطح اكبر مما يكون لها في المركب الضيقة وجرا المراكب الذي يحمل ثقلا
عظيما من آلة الجناح والطارات بجميع لوازمها يكون كثير الحجم وبناء على ذلك
يكون محمولا بشقل عظيم من الماء

وبعد مساواة الاثقال التي تؤثر من اعلا الى اسفل وبضغطة السائل الذي
يؤثر من اسفل الى اعلا تكون السفينة عرضة للفساد قليلا

وفي بعض مراكب النار المعينة لجل البضائع تكون آلة الجناح موضوعة على
القنطرة وفي المراكب المعينة لنقل السياحين تكون موضوعة على الحن
وتارة يكون عامود الطارات في وسط طول المركب وتارة يكون بعيدا من
المؤخر اكثر من المقدم ويتغير في الغالب بين هذين الحدين

وفي المراكب المتحركة بالآلات ذات الضغط البسيط يندر كون جذب الجناح
يفوق ثلثي الجذب اللازم لضغط الكرة البسيط اعنى ان ارتفاع الزيت في البوبة
تستمر من طرف مع جناح اقل من ارتفاع الهواء المطلق يندران يرتفع
اكثر من ٥٠ سنتيمتر متى كان ضغط الكرة المتوسط ٧٦ سنتيمترا
من الارتفاع الباروميترى

واعظم ملحوظة مهمة ذكرناها سابقا هي ان الاشخاص الذين يريدون عمل
المراكب الجناحية على عدة انواع مختلفة بطل قصدهم في كونهم لم يتخلوا
اعظم طريقة يمكن ادراكها اكثر من كونهم يكتفون بالقوة المحركة
القليلة جدًا

وكان يلزم قيل كل شيء معرفة القوة اللازمة لتأدية سرعة معلومة الى مركب معلومة ايضا وكان يلزم ايضا حساب ضياع القوة اللازم لجميع انواع الصلابة وعلى متضى هذا التقويم كان يلزم تعيين قوة آلة البخار المعينة لتحريك المركب واقل من شرع في هذه الحسابات ونجى فيها هو فلوطن وابتداء من التجارب المعمولة في بلاد انكلترا بالجمعية المرتبة لتكميل العمارات البحرية ولم تؤدله هذه التجارب بلا شك سوى تصورات تقريبية ولكن كان هذا التقريب كافيا ليدل على اى حد يلزم السلوك فيه ومن ثم نجى في مشروعه وتحقق منه مع التأكد ولم نزل نطلب هذه الحوادث حيث انها تدلنا على نجاح الاختراعات البديعة وتبين للمصورين انه لا يكفهم تركيب مبادئ آلاتهم بالمعارف القليلة ولا يتقون بالنتائج الحقيقية اذا كانوا لا يعرفون سيرها بالتجربة المعمولة على موجب الحسابات

وكانوا يعتبرون ان فلوطن رجل من العقلاء حيث انه اول من نجى في السياحة بالبخار وكانوا يمتنعون هذا النقب عن اغلب اسلافه في هذه المادة ومع ذلك كانوا يذلون جهدهم في نجاحه بالخصوص فبعضهم كان يعين استعمال التوايت وبعضهم يعين استعمال الآلة البخارية واطهروا انه كان يسهل تغيير وتأثير هذه الآلة المتعاقب الى حركة الدوران كالحركة التى تناسب التوايت بل وانهم عرفوا مركب النار التى تشتمل على جميع هذه الوسائط وتسير ولومع السرعة القليلة ولم يقص سوى ازدياد هذه السرعة زيادة مناسبة بان تزيد القوة المحركة من غير ان تجرى الى تراكم ميكانيكية خلاف التراكم المألوف قبل والذي نعلم ان فلوطن كان مساعد افيا قلناه بالتجارب ووسائط الحساب وبعد نجاحه ضاع فضل اسلافه كله وانجى من عقل الاهالى وهو الذى حاز بمجرده نخر النقب واما الآخرون فلم يذكروا في بعض التواريخ الا قليلا

ولما لم يمكن فلوطن توسيع مناقشاته النظرية بقدر ما كان يلزم لتقييم طريقه الملاحه بالبخار لم يحدد مع الدقة كلاما من الوضع والحجم والشكل الذى

يصلح لجميع الاجزاء التي تقرص منها شوحية مركب البارو اما مسيو
مارستير فلم يفت لذلك بل ابتدأ في جمع التصورات اللازمة لهذا الوضع
والحجم والشكل اللازمة للمراكب العظيمة المستعملة بين مراكب الاقاليم
المختلفة ثم استخرج من التصورات الناشئة عن التجربة بسرعة هذه المراكب
والنسب الحساسة تكون قاعدة للمعمارية الذين يريدون عمل مراكب البار
بطريقة محققة

ولاشك ان القواعد الحساسة هي التي تلزم اسير المراكب وازدياد الجناح على
حسب ارتفاع حرارته وضياح التوتة الناشئة عن احتكاكها جميع الانواع
المختلفة واقول ان هذه القواعد لم تكن معروفة على وجه التحقيق بحيث يمكن
الانسان تحصيل نتائج كاملة صحيحة في تقويم النتائج التي تتوقف على هذه
القواعد غير انه يوجد عدم اثبات مطلقا في المقادير الاخيرة التي يصلون اليها
بل يوجد في النسب التي ترتب بين الكميات التي يريد احرازها على موجب
الحسابات العديدة

ومع ذلك ذاراجعنا مع الاهتمام التجربة لتتأكد في اخيرا اذا ثباتت القواعد
الحساسة التي تمسكها بالعرض تعد او تقرب من النتائج الحقيقية المعروضة
الطبيعية وتتماريز الفنون فمن نحصل انموذج العمل الذي لا يمكن
الوصول اليه بدون القواعد المطروحة تقريرا وهذه هي الطريقة التي تساعد
المهندسين في امر فهم الذي لا يمكن لعلم ان يحكم به بتفاصيل صحيحة مؤكدة
وهذا هو المسلك الذي سلكه مسيو مارستير

فكان بحث عن المناسبات التي يمكن وجودها أو يمكن ان نعتبرها بالاقول
بلا ضرر مرتبة بين قوة الآلات البخارية وحجم الطارات وقواديسها وبين
ابعاد المركب الاصلية

وحيث ابتدأ في هذه التجارب التي عملها بنجانية عشر مراكب اختبر سيرها على
الخط الآتي فتقابل

اولا جذب الجمار المعتاد ثانيا عدد دوران الطارات في كل دقيقة ثالثا

سرعة المكاس المتقابلة لسرعة هذه الطارات رابعا نسبة سطح القادوس الى سطح المستطيل الذي قاعدته عرض المركب وارتفاعه مجرى الماء خامسا المسافة التي يقطعها ضلع القواديس في كل ثانية وهذه السرعة يلزم ان تكون كبيرة بالاقول كسرعة المركب وذلك اذا لم نرد ان جزء القواديس الداخلى يضرب السائل في جهة مخالفة لسير المركب سادسا سرعة المركب المعبر عنه بالامتار في كل ثانية بالحسابات الرياضية وبال عقد في كل ساعة بالنسبة لاستعمال الجارة سابعا العدد الذي به يلزم ضرب سرعة المركب المقسومة بعدد حركات المكاس المتضاعفة لكي يبلغ قطر القواديس ثامنا الضارب الذي يبين نسبة سرعة المركب مع الاعداد الاسمية وهي قطر اسطوانة الآلة مضروبا في جزر تربيع حاصل ضرب المسافة التي يقطعها المكاس وارتفاع عامود الزيت الذي يحمله البخار وهذه النتيجة تكون مقسومة بالجزر التربيعي المتعلق بحاصل ضرب عرض المركب وجزر الماء وقطر الطارات ذات الطاقات

وبالحسابات المعلومة في قضايا الرسالة الاولى وصل مسيو مارستير الى عدة نتائج لا يعتبرهم عظمها الا عبارات قريية من القواعد الحقيقية المجهولة وهذا شرح النسب التقريية التي وصل اليها المؤلف

اولا ان تربيع سرعة المركب اصغر من قوة الآلة المقسومة على صلابة المركب وتربيع سرعة الطاقات المتوسطة يفوق هذه الكمية التي هي حد تربيع احدى السرعتين ولتحصيل هذا الحد يلزم ان الطارات تكون غير منتهية ثانيا ان سرعة المركب تكون بالمعنى المستقيم الجزر التربيعي لقوة الآلة وبالمعنى المنعكس الجزر التربيعي لصلابة المركب والكمية $1 \times \frac{1}{2}$ ويستدل على صلابة المركب بحرف r وعلى صلابة الطاقات بحرف $\frac{1}{2}$

ثالثا نسبة كمية $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ المحددة للمركب الى نسبة كمية $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ المحددة لمركب اخرى مختلفة قليلا في الحدود وتكون سرعة

المركب تقرى بما ساسه لجر رفة الآلة التريبي المقسوم على حررتيـع
صلاية المركب

واعا تدون سرعة المركب مساوية تقرى بالحد الجبرى الثابت المضروب
في حرر الحاصل التريبي من ارتفاع عامودا ريتق الذى يحمله الجار
ومن مربع قطار المكاس
ومن حريان المكاس

وس العدد الذى يرتفع في كل دقيقة

ويكون هذا الحاصل مقسوما بجرر الحاصل لتريبي من عرض المركب
وبحران الماء

وبعد النسبة الاحيرة يوصل الى المقدار الذى مر صباه اولاصار
السرعة البسيطة

وامس ٥- السارب ٥ داتال انه يتغير من ٢٠,٢٩ الى ٢٧,٦٥

بمراكباتى احد هاميو مارسير انموزبا الحسا به التى فرنها
ومتوسط جميع اصوار واحداتركه مسيو مارسير له ليس بحقيق
للمركب الى تعلقها الفوا به يساوى ٢٣,٤١ ومع ذلك ارمسيو
مارستى ٢٢ حى ان الامثلة الى لى على اجدا الصارب الاحير
تظهر انه كان يريد استعماله رارل

وادا طبق مسيو مارسير عدد ٢٢ على مباحث سرعة مركب السار
الى السور لى علمتها لى ارقا مرسا ودها به مرسر عددل من ٠,٠٤
واحدما ٢٥,٤١ فابجـر سدار لا يريد عن ٢ في كل مائة من
اسرعة المرسضة بالجرية

واحدما ٢٢ مقدار المتوسط الصارب كما علمه مسيو مارسير
رساله فانه كان يرس الحالات عدم تحصيل السرعة الحقيقية
الى مشروها ما يحصل مثلا للمركب اى سرعتها ساوى ٣,٣ في كل
ثانية سلب صار بما ساوى الى ٢٥,٢٤ فاد يشأ عن ٢٢ المأخوذ

ضارب سرعة ضعيفة جداً نحو ١٥ في المائة
وإذا اخذنا ٢٣,٤١ ضارباً فالتناجد سرعة لا تنقص عن ٨ في كل
مائة الأنادرا

وأما من جهة مركبي ديلار والأقاليم الممتعة التي تفرض الضوارب أكثر
من ٢٢ فينبغي لنا أن تبصر إذا كان لا يوجد في خواص صورتها شيء
متجاوز الحد يظهر نقصان هذه الضوارب فعلى ذلك نرى في تأليف مسيو
مارستير أن لا حدى المركبين صورة كنيفة جداً وصالحة قليلاً للسير ومن
الجانز أنه يوجد للمركب الأخرى عيب مثل ذلك

ومما يجب التنبيه عليه أن الضارب الذي يبحث عنه مسيو مارستير يتعلق
بتدوين الآلة الجنارية وبالتعشيق القليل أو الكثير المصنوع لا تتقال الحركات
وبتركيب السفينة وبصورة لنصف الأسفل ومناسباته وعند تكميل هذه
الاجزاء المختلفة يزيد ضارب السرعة حتماً إذ لم يكن هناك مانع ولكن هذا
الازدياد الذي أظهره أعظم المهندسين بين لنا تقدم هذا الفن

وبطبيعة بسيطة وصل مسيو مارستير إلى هذه النتيجة وهي أن سرعة
السفينة التي تسير على قمارع تيار ماء مطلقاً يلزم أن تكون بقدر سرعة التيار
مرة ونصف لكي تكون القوة المستهلكة أعنى استهلاك الوقود قليلة على قدر
الإمكان ولكن مع ذلك كله تكون هذه السرعة أقل من السرعة المراد تحقيقها
لتمام ما يحتاجه التجارة لاسيما الاحتياج دوران السباحين

وفي الحالة التي تصعد فيها المركب بسرعة قدر سرعة التيار مرة ونصفاً يلزم
قدر ذلك ثلاث مرات من القوة المحركة إذا كانت هذه القوة تتحرك على
الشاطئ أما بالآلة الجنارية أو بجيدان الخيل إذا اتقلنا من نقطة معينة على
القرار أو على الشاطئ

ومنى كان التيار سريعاً جداً وكانت القوة مستعملة على الساحل فإنه
يصير كثير الفائدة في الصعود إذا جاز من هذا الساحل بحبل موضوع على
بعض نقط من السفينة ونمكن أن ينجى انتخاب استعمال الطارات المحركة

دات الصافات بقوة المركب الداخلية ألا إذا كان يلزم الصعود وكان لتبار
قابل من السرعة ثانيا ذلزم يدرج في كثير من الحالات وعرفت كيفية
هذه التواعد بكثير من الميكانيكا وقد سعملوا الطريقة الأولى في اجتناب
القضاطر وفي صعود الانحراف سرعة السير مع اهم احترازا على العموم
الطريقة الثانية في درج حرير الماء ولذا تكن استأى اتى ذكرها بالامعية
في وسط الرسالة وردت جميع قواعد الحساب في عدة من القواعد وهذه
الطريقة قد وسع المؤلف رسالته على قدر طاقة الطالبين ليس يسوا متولعين
تطبيق في تحليلية الآلات

وترد ايضا في رسالته الحسابات الدورية التي تقرى عن دورة الآلات ذات
الصعظ للسيطو على وعين هذه الدورات المسير المستعمل في سير
مركبات الرزجند ويراى من الحريق في استعمال الآلات ذات
الصعظ اعلى ولذا ذكر المؤلف الى تركتها في لادارو بالاجل اسياحة
شال

وعدماد ربا معظم السات الحبا اتى وصل اليها مسير ما رستمر اعتماد
الآلات في وضعها مرات بالاصوغ في لادار امرية

وتدأ بحت تفاصيل عمارد الآلات واجاب انطوح الكامل المرسوم
بالمرآك مثلا المرآك المسمدة شدة راير ليوسفه تون هي مركب د
ارمسة برديل مقترنه بالآلة ساوى قوة سبين حسانا وولسون هي
مركب منهم وردت حيث اهم القول فيية لم يكن احصاء القوى قدر مطلع افق
دوار تفتون وماوانه التي تشمل لانا صواري مستقيمة وهي ابى علم
سياحات فويورل في يورل وطرسمورع وكلمات تسميرة قوة
قلوعه والحرب بقوة اتمت مركب باراسون اب جملها الموب
المودج لمركب ارالى سمع ما راع على صاريه مستقيم

ويرى في لادار امرية لادار امرية مرآك متصاعده الصف اول
مستعملة في اجسار الانحراف العبر رادورة المستقيمة الموضوع على اعمدة

الاولى وعلى المسافة التي تفرقهما الى المسافة التي تقترب عليها الطارات ذات العلاقات تصير هذه المراكب صالحة لاجتياز الخيول والعربات والمواشي وخلاف ذلك ولكن هذه المراكب سيرها قليل عما اذا كان لها نصف واحد متصل تكون سعته مساوية لسعة التصفين المفردين وحتى كانت قريبة من مرساة الشاطئ فانها تسير باتجاه حركة الطارات فينفون عاجلا السرعة المكتسبة التي بها المركب تنكسر على الارض

وفي الاقاليم المجتمعة يستعملون بعض الاوقات جرائل عوَض عن آلة البخار في المركب التي يكون نصفها الاول مزدوجا وقد وصف المؤلف مشاركات الحركة التي تحتاج اليها هذه الآلة فقال اولاً متى كان ميدان الخيل اذتياً ثانياً متى كان مخنياً وفي هذه الحالة نأخذ منفعة عظيمة من قوة الخيل بلا شك لكننا نعلمها كثيراً ولا حظ مسيو مارستير والحق معه ان تقدم المراكب يجز الخيل صار معلوماً في بلاد فرنسا ويمكن ان تقتصر من ذلك اذ اراجعنا مجموع الآلات التابعة المحققة باكدمية العلوم في سنة ١٧٣٢

والجزء الرابع من الرسالة الاولى الذي هو اعظم الاجراء المهمة كان معداً لوصف الآلات البخارية المستعملة في مراكب امرىقة ولا يعمل الامر يقيمون من منذ عدة سنين القارانات التي تستعمل في الآلات البخارية المعتادة المعرضة دائماً للماء الامن نحاس ورسوب هذا الماء يلحق قليلاً بالنحاس الذي هو اكثر صلابة من الحديد بالنسبة لالانشقاق وألين منه بالنسبة للطرق وحتى كانت المراكب تسافر مسافات طويلة يلزم تجديد ماء القازان في كل يوم عدة مرات لكي تمنع الرسوب من الدخول في القازان ويكفي في آخر كل سفرة تنظيف المراكب التي لا تمكث مسافرتها اكثر من اربع وعشرين ساعة وعدد الساعات هذا يكفي في كونه يتكون رأسيها بحيث ان عمقه يصل الى ميلية ونصف وحيث ان هذا الراسب صعب ايس قال المؤلف انه يمكن للانسان ان يجذب لنفسه تصاعد الماء الجري اثاراً على بعض

حرارة صلبة مصنوعة على اقواعد المروحة وتشمل عبارات الرسالة التي ذكرها اذا اساعلى العبارات والتوصيحات التي طن المؤلف انه لا يلزم ذكرها في رسالته

واقول ملحوظة كانت معدة لمراكب الدار المشهورة التي رآها المؤلف في المياه المختلطة أو التي ما عرفها وذكر مع الاعناء السرعات التي سبها بهه اما على مقتضى مدة سيرها راما على حسب قرب الزمن الذي قطعت فيه هذه المراكب مسافة تساوى طولها

وذكر مسيو مارستير بخصوص مراكب مائة فيورك صورة السياحة للكميرة الداخلية واشتغل تكميلها الا ان المريقيون والمركب المساء نورك موضوع في حلق متسع على شاطئ جزيرة موضوع في وسط نهر هودسون واداسافرانس الالافى اوس فيورك فاما نجد ستة واربعين سدا ترفع المراكب الى ١٢٨ مترا فوق نهر الهودسون ولما تجوب ١٨٢ كيلومترا فام اتصل الى رومة وتنزل من هناك الى حوس نسيه وتصل بواسطة خمسة وعشرين سدا وبعد ذلك تدخل بحيرة اريه على ٢٦٢ كيلومترا من نسيه فاما نجد مسما موعة ١١٢ متر فوق الهودسون

وفروع الساج المصنوعة بالنهر المطروقة موصل الى بحيرة اريه الى يصلها الى نسيه اريه مصب اجره الغير المبروق لملاحين ويشل نهر ميسي على سطح ساوى سرور اناسات مرات وهذا السر الذي ينقل المياه بكثره وحوافه معارة جداوله رادة وتنصان بحيث لا يمكن ان يعمل على شواسته طرق الجزر

وتصل المراكب على السرعة اما بقرة الحاريف او بحار المال من الشاطئ على سطح معلومة في بعض الاوقات من الطرف ومع ذلك لا تسير في كل يوم سوى ١٤ أو ١٥ فرسخا مع كثرة الحرارة واستباطهم في السفر في جهات الهرا التي يكون لتيارها قليل السرعة

المتعارفة في العمر المختلفة الذرية

ولتزد على ذلك انه متى كانت الاهتمامات متكاثرة قليلا او كثيرا فان الاختيار وكيفية المونة ~~يكونان~~ اسبابا اخر للاختلاف الذي نراه في كمية النتيجة التي يمكن للعصان احداثها في السرعة المتوسطة التي يأخذها وقت الشغل في زمن معلوم

واقول نتيجة تستخرج من هذه الاختلافات الكبيرة بين جميع كميات الحركة كما هي بين جميع السرعات هي النتيجة التي نستعمل قليلا وحدة للقياس ويمكن للعصان تأديتها

وبالجملة متى لم يستول الصدق على الشروط في المصالح بين معمارجية الآلات والخواص فان صناعية الآلات يحضرون الآلات التي يريدون بيعها على سبيل ان لها قوة تساوي بالاقلة قوة اعظم المعمارجية ومعيئة ايضا بعدد الخيول ولكن لما استخرجوا هذا الآلات اكتسبوا في كونهم يثبتون انها تحدث شغلا يومية مساويا الى شغل خيول الجنس المتوسط وطريقة غش مثل هذه الطريقة مستعملة اكثر من مرة ينشأ عنها الدعاوى وفي كثير من الحالات لم يمكن المحاكم ان تتجاسر على كونها تسلم للصانع التخصير في عهدته وان كان لا يني الصانع بالوعدة الذي وعده وقبله المشتري حتى ان وجود هذه المضرات الكبيرة استوجب عناد اغلب اعضاء ا카데미 العلوم

وعلى مقتضى التجارب التي شرع فيها مسيو برون لكي يقيس مع الضبط قوة آلات البخار على القضية الواضحة وحدة القياس الذي ارتضته ا카데미 العلوم للحكومة ودعت سابقا جماعة من الوكلاء ليتفكروا في قياس الصحة الذي يستدعيه استعمال آلات البخار ذات الضغط العالي واعضاء هذه الجمعية مسيو لابلان وبيرون وجيرار ومسيو امبير وكرلوس دو بيان (مؤلف هذا الكتاب) اظهر ضرورة ترتيب قياس من هذا الجنس وهذا التقرير ذكر في صحيفة ٤٢٧ من هذا المجلد وفي هذا الزمن عرض حاكم نهر السين للحكومة رسالة ذكر فيها لزوم تعيين

احد لقياس قوة مآلات ابهرية

ومن التفاصيل التي استعملها في ابطه ان وحدة القياس هذه تسمى
في الحقيقة احدى الاقيسة التي يرم للحكومة اقرارها لاجل الامر في الصامعة
والتجارة على موجب اصول الحكومة

ومع ذلك فقد تعرض بعض الناس لترتيب وحدة القياس هذه فينبذ
يجب اياها المبتدئين عن ذلك وزعموا ان لان هذه الوحدة لم تكن لازمة
بالذات وبكافي في $\frac{1}{2}$ ان يبين بان قيمة التبريد النقي الذي يمكن القوة
الاخرى من رفع درجته معلوم ولشأن من هذه العبارة يكفي بمهندس
ان يبين ان خواص ابي قصير مفعلة في ابدون انما يصعقة على ارباب
الصانع انهم من عدد لامتار المكعبة المدلول عليه بعدد رقم حاصل ضربها
في زمن معلوم يدل على قوة ذلك في اسباب التقويمات الهندسية المختلفة
من هذا الجنس وما يباين الى الاقيسة التي لا تسد في تركيبها ان الانسان
لا ينفذ في وقت في اختراع تسمية مخصوصة مثل امر المصعب المسير
بالتعبير والمدير المكعب المسير بايترو وانما مع المعارض التي عملت في شأن
وحدة قياس ابيون الخثرة من يجب عليه ان يدم تسمية بوحدة قياس لا تسد
وكذلك ينبغي ان يعرف كل من تسمية المكعب من الماء بالغمم وثقل له في
المكعب بالذات لوزن ارام شرط ان يضاف عليه ثقل الحاس ومن المثل ان وزن
ار. اذا كان هذا هو الذي يبين في المكعبات من ابيون تسميات الملاحة
من الماء يمكن يار. بالذات لوزن ارام الذي يبين للمعرفة ان السيل اذ ان السيل
المعبشة والفسون اكثر من معرفة ثقل بعض المواد المشبعة في بعض الاجزاء
على بعض حرارات وهذه المساعدة يمكن تطبيقها على ثقل بان ارتفاعه الى
ان ارتفاعه في زمن معلوم زمانه ثلاثة اشياء مختلفة الحجم والمادة المتوقعة
وازن المعلوم فذن حيث ظهر موقفة اختراع تسمية خاصة بثلث البسيط
في باب اولي اعطى استاخص وصالوحدة قياس الشغل المركبة من ثقل مرفوع
الى ارتفاع ما في زمن مرسوم واي عدد من احاد هذا الجنس يصير معبرا عنه

بنفس هذه الارتفاع ما دام مقدار الشغل واحدا ولو تغير ثقل السرعة
وسمين انه هل يجب علينا ان نذكر في تحديد وحدة قياس الشغل مدة اليوم كله
او بعضها فقط كثنائية مثلا فنقول قد رأينا سابقا ان بعض ارباب الفنون
المهارة وصلوا الى ذلك بعدة اعتبارات صعبة

ولاشك اننا اذا نسبنا شغل الآلات في الثانية المأخوذة وحدة القياس فتحصل
على سهولة عظيمة في مقابلة الحسابات التي ندخل فيها بالاعتبار سرعة الحركات
لا سيما اذا لاحظنا ان السرعة اللازمة للنقل تقاس عادة بالمسافة التي يقطعها
الجسم الثقيل في مدة ثانية ولكن يلزم ان هذه المسافة والسرعة التي بينها لم يعبر
عنها بعدد مستدير بالاقيسة المترية وزيادة على ذلك تتغير هذه السرعة
في الحالات البعيدة عن مركز الارض وبناء على ذلك لم تفصل الى معظم السادة
التي تريد تخصيصها وكذلك لا يصير استعمال السرعة اللازمة لاختلال الانسان
اجداد المعارف الكافية في الحساب لكي يعلموا العمليات الضرورية للسرعة
المفروضة في ظرف يوم بالنسبة الى السرعة التي تعمل في مدة ثانية ومن هنا
بطارنا صعبا اخرى وهي ان قسمة الزمن القديمة التي قدر يومها اربع
وعشرون ساعة وساعاتها ستون دقيقة والدقيقة ستون ثانية وهلم جرا هي التي
سلكها عادة الناس في استعمال المعيشة والجماعات واما قسمة النهار الى عشر
ساعات والساعة الى مائة دقيقة والدقيقة الى مائة ثانية فهي القسمة التي
سلكها مورخو الطريقة الجديدة في الاقيسة وهذا التقسيم الدال على
فوائد عظيمة من حسابات علم الهيئة يجبرنا على عدم اخذ الثانية وحدة قياس
الزمن في تحديد احاد القوى المترية

ويجبر هذا الحال اذا اخذنا وحدة الزمن مدة النهار التلك وهذه المدة يمكن
تقسيمها فيما بعد الى اقسام جرية على مقتضى الساعة والدقيقة والثانية وهذا
التقسيم يظن انه احسن بالنظر لمجموعة الحسابات العلمية

واذا اتينا لبيان الوحدة قياس القوى المحركة للوحدة التي يمكن الوصول اليها
في مسافة يوم الى آخر بمحركات روحانية او غير روحانية فانا لا نتبع الامثال

الذي ذكره الصنائعية المشهورون الماهرين

فلذا ان مسيو واط لكي يقيس قوة آلاته البخارية هو اقل من اختار
وحدة القوة التي يحددها الحصان في اربع وعشرين ساعة بدون ان يقف
او يتعطل بمجرد ما تنقص قوته اليومية

ثم ان العالم كولومبو الذي تنسب اليه المباحث العلمية في شأن القوة
المحركة التي يحددها الانسان والحيوانات قد اشتغل في المناقشات العلمية
لاسيما في حساب القوة اليومية التي يحددها المحركات الروحية بان يوصلها
الى ارتفاع بعض اثمان على ارتفاع معلوم

وطهر اعتراض طبيعى في معنى شاف لهذه التنبهات الاولية وهو ان اشغال
الانسان والحيوانات لا يكون الا بعض ساعات من النهار على مقتضى ما ذكر
ومتى قومنا الشغل مدة اربع وعشرين ساعة فلا يمكن مقابلة السرعة التي تنشا
عنه بشغل الآلات الروحية الملتطع في بعض الاوقات ولا بشغل الآلات
التي لم يكر استعمالها على الدوام وحالة الجواب عن هذا الاعتراض وهو اننا
اذا استعملنا الآلات الثابتة في الشغل التي تستدعى مبالغ جسيمة
في الصنائع يحدون سرعة عظيمة في تشغيل الآلات في الدوام والالات
البخارية يحدون ايضا رجاءا اذا ما اود ذلك انهم لا يحتمل ان يكونوا الى جديده
من حرارة كل يوم قبل الشروع في التشغيل ولا يتقوا الوقت الذي يقضى
بين حصول الشغل وشغل الآلات ولما كان تقدم الصناعة الطبعي عندهم
من الامم هو كناية عن استعمال الآلات الكاملة شيئا فشيئا واستخراج
النوائس المبالغ المتزايدة على الدوام ~~حسب~~ المرسوم فيج من ذلك ان
الفريقات تتسع دائرتها في الشغل بعض ساعات رائدة في كل يوم وتنتهي
بشغل مسطور ويمكن لنا ذكر كثير من الصانع التي يكون فيها الشغل مستمرا
في فرنسا ويريد هذا الشغل بكثير في ابريطانيا لكبرى عن فرنسا ويراد هذا
العدد في فرنسا كلما تقدمت الصناعة

فعلى ذلك وحدة اقياس العينة في يوم اكامل هي التي تقرب منها جميع

الاشغال بلا انقطاع

ولنلاحظ انه يسهل تحديد اشغال الانسان والحيوانات وحصره في مدة من النهار فان شغل الخيل مثلا اذا شغلها في الجر يبلغ عادة ثمانى ساعات اعنى ثلث النهار

واذا نشأ عن ثلاث جرات من الخيول القوية في اربع وعشرين ساعة الشغل المستقر الذى يحدده الحصان المتظام الشغال دائما فالتا نجد القوة اليومية تساوى بالاقبل ٦٠٠٠ متر مكعبه من الماء مرفوعة الى متر فاذا اخذنا لوحدة القياس ١٠ امتار مكعبه مرفوعة الى ١٠ امتار فينشأ عن ذلك ان وحدة قوة الحصان القديمة على حسب رأى الصناعيين الفرنساوية يلزم ان تكون ٦٠ وكذلك اذا اردنا آلة بخارية تعمل شغل ستة عشر حصانا ويلزم ان نذكر الآلة التى تكون قوتها ٩٦٠ احاد او ظهر لنا ان نأخذ للوحدة الديناميكية الثقل المساوى ١٠٠٠ متر مكعبه من الماء المماثل مرفوعة الى متر واحد مدة اليوم الفلكي او اذا اردت متر مكعبا من الماء المماثل مرفوعا الى كيلومتر واحد وهذا المتر المكعب يكون وحدة قياس الثقل المستعمل في البحارة باسم البرميل

ونسمي الدينام وحدة قياس القوة المحركة التى تدل على ١٠٠٠ متر مكعب من الماء المقطر المحول الى اعظم كعاقته او ١٠٠٠ برميل من البحر مرفوعة الى متر مدة يوم فلكي

واذا احسبنا الزمن على حسب قسمة الاشرافان الدينام اى كمية القوى المنصرفة مع الانتظام في اليوم تعطى ١٠٠٠ متر مكعبه مرفوعة الى متر لشغل اليوم كله وواحد متر مكعب مرفوع الى متر للشغل الحاصل مدة الدقيقة و ١٠ كيلوغرامات مرفوعة الى متر للشغل الحاصل في كل ثانية واذا احسبنا الزمن على حسب القسمة القديمة فالتا نجد الشغل الحاصل كيلوغرام

في الثانية ٨٦,٤٠٠ جزء من الدينام او ٥٧٤,١١ مرفوعة

الى متر في كل ثانية

وفي الحسابات التقريبية التي تتعلق بالصناعة يمكن الاكتفاء بكوننا نستدل

كيلوغرام

على شغل الدينام في كل يوم بعدد ١٢٦ مرفوعة الى متر في كل ثانية

عادية وبصير هذا العدد صحيحا في نحو جزئين الفين تقريبا وهذا التقريب

اكبر من التقريب الذي يمكن تحصيله في الآلات المصنوعة مع

الضبط والدقة

وتظهر لنا التقريبات التي ستكلم عليها انه ينشأ لنا عن وحدة قياس

الشغل اليومي الذي ستكلم عليه أيضا مع غاية السهولة بيان شغل

الناس والخيول

وعلى مقتضى تجارب كولومبو يمكن أن يكون شغل الانسان ذي القوة

المعتادة مقوما الى ٥٠ برميل مرفوعة الى متروها والجزء العشرون من

الوحدة أو الدينام وبناء على ذلك متى صار لآلة محرك قوة دينام فانها

تشتغل شغل عشرين رجلا في رفع الانتقال

ثم ان اثني عشر قسما من التجارب المعروضة على ديوان انكلترا في شأن

شغل المسجونين المستعملين في تدوير طارات السير قد أبحاث بعض الترساوية

تقويم كمية متوسطة من شغل الناس المتقادين لهذا الجنس من الاشغال

وقدرها ٢٠٠ برميل مرفوعة الى مترو واحد وهو الجزء الخامس من

الدينام وبناء على ذلك نقول انه متى كان لآلة قوة دينام فانها تساوي شغل

خسة رجال مستعملين في رفع الانتقال على محيط طارات السير

وعلى حسب التجارب التي ذكرها ماسيو پرويا تحدث الشغالة المطلقة

الذين يسبون في النواعير كمية عمل يومية نحو ٢٥٠ برميل مرفوعة

الى متر في ذلك تساوي قوة الدينام قوة اربعة شغالة مطلقة مستعملة

في النواعير

واذا طبقنا هذه التجارب التقريبية على طريقتين من استعمال القوة البشرية

فانما نجد ان الآلة المحركة التي لها قوة دينام تحدث شغلا يوميا مثل ١٤
رجلا يشتغلون في الشاصم دانات لدق الاوتاد وشغل ٨ رجلا يشتغلون
في الملفات

ويصير لهذه التقريبات المعروضة على الصناعاتية المشهورين فائدة كبيرة جدا
و يلزمونها باعظم اهتمام يوجد في مقابلة استعمال عدة طرائق مختلفة في قوة
الناس و باعظم اختلاف يمكن تحصيله من النتائج على حسب الاختيار الذي
يعطى لهذه الطرائق العديدة المتنوعة ومتى علوا هذه الحادثة فانهم يمشون
في جميع الاحوال عن كونهم يقربون من الطريق المقيمة جدا وباستعمال
هذه الطرائق مع عدد واحد من الرجال يمكن لهذه التقريبات باحداث كمية
عظيمة من الشغل النافع وتبنيهاات عظيمة واعتبارات متشابهة تنطبق على
استعمال فعل الحيوانات

ولتقابل الآلة شغل الخيل بالوحدة الديناميكية كما ذكرناه فقل ان
الحصان صاحب القوة المعتادة يشتغل في الجتر ٦٠ كيلو غراما بان يقطع
متر

١٢٠ في كل ثانية ويدوم على هذا الشغل ثمان ساعات في كل يوم فعلى ذلك
نجد ان كمية شغله اليومي تساوي شغل ٢٠٩٣٦٠٠ كيلو غرام مرفوعة
الى متر وبالجمله يساوي $\frac{1}{38}$ تقريبا من القوة المحركة المساوية لدينامين وفي
فرانسا تأخذ بممارجة الآلات وحدة لقياس مثلثة لشغل المدة المثلثة
و يفرضون ان الحصان يجتر ١٤٠ رطلا مع سرعة ٢٠٠ قدم
في الدقيقة الواحدة ويقولون ان هذا الحصان يشتغل اربعا وعشرين ساعة
فاذن نجد كمية الشغل الجاري ٥٩٨٤ برميلا مرفوعة الى متر وهو كما نراه
اقل من $\frac{1}{4}$ في كل مائة تقريبا من ٦ دينامات وبالجمله اذا أخذنا وحدة
القياس التي أخذناها من الصناعاتية الفرنسية في تقويم قوة الانهم
البحارية فيلزمنا ان نقول اننا اذا جعلنا عدد الدينام الذي يدل على قوة الآلة
سنة فيحصل معنا عدد الخيل مساويا لشغل هذه الآلة اليومي المستقر

وكذلك اذا اراد احد الصنایعية عمارة آلة بخارية لها قوة مستمرة تساوى
قوة عدد من الخيول فينبغي له أن يضرب ٦ عدد الخيل فينتج معه عدد
الدينام الذى يدل على قوة الآلة

قد اخذنا واط وحدة اولى للقياس اكبر من الوحدات التى اخذتها
الصنایعية الفرنسية وهذه الوحدات تحدث شغل الحصان اليومى المستمر
٦٣٦٠ برميلا مرفوعة الى متر وبالجملة فتقوة الحصان اليومية المستمرة
المأخوذة وحدة لقياس آلات واط تكون ٦ دينامات و $\frac{1}{2}$ يقطع
النظر عن بعض كسور اع فى كل ألف ثلاثة وبالجملة تكون أقل من
الاختلافات التى لا يمكن اجتنابها فى الآلات المصنوعة مع الضبط وظن ان
من المقيدان نفرض للصناعة والتجارة القوة المأذون بها من طرف الحكومة
التى يحددها الحصان المتروى انه يشتغل أربعاً وعشرين ساعة مع بذل
جميع قوته مقدار الدينامات هو السهل فى ذلك القريب من التقويمات
الفرنساوية

ثم أخذ واط وحدة أخرى مساوية الى ٧٣٠٠ متر مكعب مرفوعة
الى متروى اكبر من الوحدات السوابق بدينام واحد
وعلى حسب التفاصيل التى ذكرناها ترى ان انواع الشغل الاصلية يعبر عنها
مع غاية البساطة بالوحدات الجديدة المترية التى سنذكرها وهى انما اذا أردنا
قياس القوى المحركة القليلة الاعتبار فانه يسهل استعمال الوحدة متر مكعب
مرفوعا الى متر فينتج تستعمل وحدات أقل من الاولى بالف مرة وبذلك
يمكن ان نسجى تحت الدينام والاولى مليدينام وينشأ عن استعمال القياسين
المشابهين فى المافع التى تحصل من استعمال البرميل فى الاقيسة الكبيرة
التى تتعلق بالبحرية وبالكيلوغرام الذى هو القجرة من الدينام فى الموازين
المعتادة

ولنتم هذا المجلد بمجدول المدن الداخلية التى جعل لها تحت الحكومة دروسا
فى الهندسة والميكانيكة المستعملة فى الفنون وبعض المعين الى الآن لم تذكر

اسماؤهم وقد تهبأ كثير من باقى المدن للاقتداء بتلك المدن

جدول يتضمن اسماء الاقاليم والمدن والخوجات

الاقاليم	المدن	اسما
آين	{ بورغ ناتنيوا }	{ الخوجات بلوكس }
اسن	{ سنكاتان }	{ هري جنسون }
البا (العالية)	قان	شرحه
اردانه	{ مازبير سيدان }	شرحه
بوشروم	اكس	دوماتل
كاتال	اتريلاك	وندلانغ
شارانت	انجوليم	لسكاليه ابن
سواحل الذهب	بيجو	كيران
دروم	والانسه	پاپي
آور	أوركس	لوسك
غاردر	لوپرس	شرحه
	نيسه	شرحه
هراندی	{ موتيلير لويل }	{ بروس كوش }
غارون العليا	طولوز	وتری
ميله وويلان	بين	لوغراند
اندرو ولوار	فورس	شرحه
چورا	سولانس	بورچوا
لوار	سنت اتين	بلابيه

تابع ماقبله

اسما

الانوار	المدن	الاعالی
لاکاو	أورلیانس	لواریت
شرحہ	سن لو	مانشا
{ بوسولیت	{ متر	موزیل
{ برجرى	{ شرحہ	
{ لموان	{ شرحہ	نیورا
{ بوکامونت	{ نورس	
{ سورینا	{ شرحہ	نورد
شوفوکسن	دوینہ	
شرحہ	لانفیکورت	واز
شرحہ	ازاس	پامس کالیس
داربیه	کارمون فرناند	پیدوم
قلک	استراس بورغ	یان
{ لولیت	{ کالمار	ران
{ مانبورغ	{ مولہنسن	
پرووست	لیون	بون
{ شارل دوپان	{ باریس	السن
{ دوپرتان	{ شرحہ	
{ دیدین	{ شرحہ	
{ تیرغ	{ شرحہ	
{ یونوروہ	{ شرحہ	السن الاسفل
یونوروہ	ألبوف	
لاکروا	ورمای	السن وأمان

تابع ما قبله

اسما

الاقاليم	المدن	الخلوجات
سوم	اميان	شرحه
تارن	ألبي	خوجة المدارس الصغيرة
تارن وجاروم	موتانبان	برجيس
وانشير	أونيون	بارت
وينة	بواتيرس	صيت
وينه العليا	لموغ	لاسون
يون	فونير	جوربه

وقد تم تعريبه * وتنقيحه وتهذيبه * بمعرفة كاشف نقابه * ورافع حجابيه
ومذلل صعابه * الفقير الثاني * محمد افندي الشمير بالخلواتي * بمساعدة
صحبه راجي عنو الباري * محمد اسماعيل الفرغلي الانصاري * بلغهم
الله آمالهم وختم بالصالحات اعمالهم * وجيع المسلمين * آمين *

وكان تمام طبعه بدار الطباعة المأمرة * الكائن في لاق مصر القاهرة *
في مدة ولاية عزيز الديار المصريه * وكوكب افق الصدارة العثمانية * حضرة
الوزير الاعظم * والدستور المكرم * الحاج عباس حلي باشا * بلغه الله من
خيرى الدارين ما يشاء وما شاء * وكان اجراء طبعه تحت نظارة الوائق بعناية ربه
المعيد الممدى * ناظرها صاحب الجية على جودة افندي * وذلك

في العشر الاواخر من صفر الحير سنة ثمان وستين ومائتين بعد

الالف * من هجرة من خلقه الله على اكمل وصف *

صلى الله وسلم عليه * وعلى آله واصحابه

ومن اتقى اليه

تم

